

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 614 892 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.01.2006 Patentblatt 2006/02**

(51) Int Cl.:  
**F02M 45/08 (2006.01) F02M 59/46 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **05103691.1**

(22) Anmeldetag: **03.05.2005**

(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:  
• **Dick, Jürgen**  
**93164, Laaber (DE)**  
• **Reim, Werner**  
**93059, Regensburg (DE)**  
• **Lewentz, Günter**  
**93093, Donaustauf (DE)**

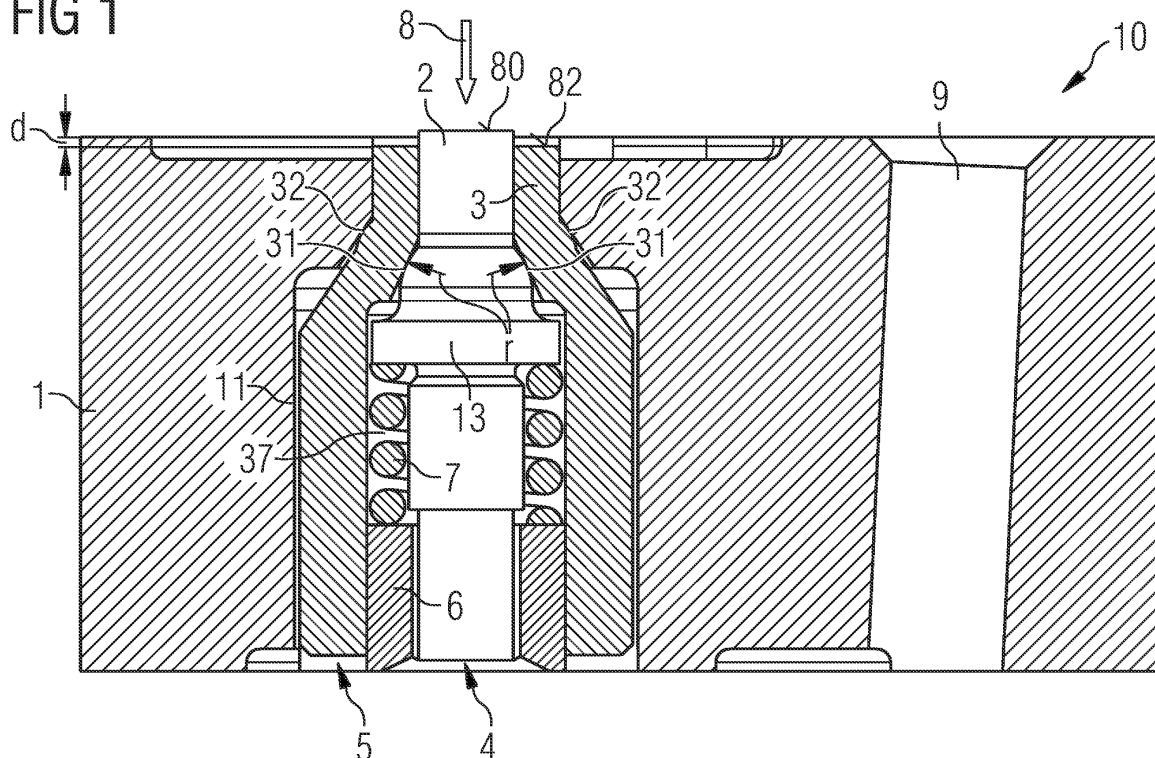
(30) Priorität: **06.07.2004 DE 102004032700**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

**(54) Kraftstoffinjektor mit einem Kugelsitz für ein zweistufiges Servoventil**

(57) Erfindungsgemäß wird für einen Kraftstoffinjektor (20) ein zweistufiges Servoventil (10) vorgeschlagen, mit dem sowohl sehr kleine als auch sehr große einzuspritzende Kraftstoffmengen sehr genau gesteuert werden können. Als erfindungswesentlich wird angesehen, dass zur Abdichtung eines inneren Steuerraumes (2) für den inneren Ventilkörper (2) ein Kugelsitz (31) verwendet wird. Bei bekannten Servoventilen wurden bisher hoch

präzise gefertigte Kegelsitze verwendet. Der Kugelsitz (31) hat gegenüber einem Kegelsitz den Vorteil, dass er sich automatisch zentriert und dabei bei geringen Winkelfehlern noch eine sichere Abdichtung gegen den hohen Kraftstoffdruck gewährleistet. Zudem kann durch den Kugelsitz (31) die Bauhöhe des Servoventils (10) verringert werden, da die Führung für den inneren Ventilkörper (2) verkürzt werden kann.

**FIG 1****EP 1 614 892 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht nach Anspruch 1 von einem Kraftstoffinjektor aus, der mit einem Servoventil ausgebildet ist, durch den eine in eine Brennkraftmaschine einzuspritzende Kraftstoffmenge steuerbar ist. Es ist schon bekannt, dass bei Kraftstoffinjektoren zur Steuerung insbesondere einer Registerdüse mit zwei Düsennadeln ein Servoventil verwendet werden kann. Gegenüber einer direkten Steuerung der Düsennadeln hat ein Servoventil den Vorteil, dass die Düsennadeln auf hydraulischem Wege und praktisch ohne Wirkungsgradverlust gesteuert werden können. Dadurch kann die einzuspritzende Kraftstoffmenge in einem sehr weiten Bereich von sehr kleinen bis sehr großen Mengen gesteuert werden. Hinzu kommt, dass kein mechanisch arbeitender Hubumkehrer benötigt wird, wenn die Düsennadel beispielsweise von einem piezoelektrischer Aktor gesteuert werden soll.

**[0002]** Die beiden Düsennadeln geben nach dem Abheben von ihren Ventilsitzen zwei Reihen von Spritzlöchern frei, die sich im unteren Teil des Kraftstoffinjektors befinden und durch die die einzuspritzende Kraftstoffmenge in Abhängigkeit vom Druck und der Öffnungsdauer gesteuert werden kann.

**[0003]** Aus der DE 19858085 C1 ist beispielsweise ein Stellantrieb mit einem Servoventil für einen Kraftstoffinjektor bekannt. Hier wird das Servoventil von einem piezoelektrischen Aktor betätigt und steuert mit einem Hebelübersetzer indirekt die Düsennadel in einer Ventileinheit des Kraftstoffinjektors. Das Servoventil wird üblicherweise als Baugruppe im Kraftstoffinjektor unterhalb des piezoelektrischen Aktors angeordnet. Es weist eine Ventilplatte auf, in die eine Bohrung eingebracht ist, die als Steuerraum ausgebildet ist und beispielsweise bei einem Common Rail Einspritzsystem mit dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff gefüllt ist. Der Steuerraum kann von einem Ventilkörper druckfest verschlossen beziehungsweise durch Betätigung des Aktors entsprechend geöffnet werden. Beim Öffnen des Servoventils fällt der Druck in dem Steuerraum ab. Durch den Druckabfall in dem Steuerraum überwiegt der Kraftstoffdruck an der Düsennadel, so dass die Düsennadel von ihrem Sitz abgehoben und die Spritzlöcher zum Einspritzen des Kraftstoffs geöffnet werden.

**[0004]** Diese Anordnung ist geeignet, insbesondere kleinvolumige Benzin- oder Dieselmotoren im mittleren Leistungsbereich zu steuern. Bei größeren und leistungstärkeren Brennkraftmaschinen muss die Beimessung des Kraftstoffs erheblich genauer und reproduzierbarer sein. Hinzu kommt, dass immer höhere Abgas- und Emissionsbedingungen zu erfüllen sind, so dass mit den bekannten Maßnahmen nicht alle Forderungen erfüllt werden können.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, bei einem Kraftstoffinjektor die Herstellung eines Servoventils zu vereinfachen und seine Steuermöglichkeiten zu verbessern. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst.

**[0006]** Bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs ergibt sich der Vorteil, dass zur Steuerung der beiden Düsennadeln zwei getrennte Steuerräume vorgesehen sind, die von zwei Ventilkörpern steuerbar sind. Entsprechend den aktuellen Betriebsbedingungen einer Brennkraftmaschine können somit nur der innere oder beide Steuerräume gleichzeitig geöffnet werden. Auf diese Weise kann auch die in den beiden Steuerräumen zum Steuern der Düsennadeln benötigte Kraftstoffmenge minimiert werden. Dadurch reagieren die Düsennadel im Düsenkörper sehr schnell und nahezu trägheitslos, so dass die insbesondere bei einer Mehrfacheinspritzung benötigten sehr kurzen Einspritzimpulse sehr einfach und reproduzierbar gesteuert werden können. Des weiteren ist vorgesehen, den inneren Ventilkörper mit einem ringförmig verdickten Sitz mit einem vorgegebenen Radius  $r$  auszubilden. Dadurch ergibt sich eine automatische Zentrierung des Ventilkörpers. Mit dieser automatischen Zentrierung ist sogar bei geringen Winkelfehlern in der Führung des inneren Ventilkörpers noch eine zuverlässige Abdichtung des inneren Steuerraumes sichergestellt. Die Führung für den inneren Ventilkörper kann dadurch erheblich vereinfacht und verkürzt werden. Dadurch verringert sich das Bauvolumen für den Steuer-  
raum und das damit verbundene Steuervolumen.

**[0007]** Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Kraftstoffinjektors gegeben. Eine sehr einfach auszuführende Lösung für den Ventilsitz am inneren Ventilkörper stellt insbesondere ein Kugelsitz dar.

**[0008]** Des weiteren ist vorgesehen, an der Innenbohrung des äußeren Ventilkörpers vorzugsweise einen kegelförmig ausgebildeten Ventilsitz anzuordnen, der als Anschlag für den Kugelsitz dient.

**[0009]** Zur einfacheren Steuerung der beiden Ventilkörper ist vorgesehen, den Antrieb, beispielsweise einen piezoelektrischen Aktor, direkt oberhalb der beiden Ventilkörper anzuordnen, so dass die beiden Ventilkörper leicht von ihren Ventilsitzen abgehoben werden können.

**[0010]** Um die beiden Steuerräume sukzessive steuern zu können, ist vorgesehen, den inneren Ventilkörper mit seinem oberen Ende um eine vorgegebene Differenz über dem oberen Ende des äußeren Ventilkörpers herausragen zu lassen. Dadurch drückt der Aktor zunächst nur auf das obere Ende des inneren Ventilkörpers, so dass es sich von seinem Ventilsitz abhebt und dadurch den inneren Steuerraum öffnet. Erst nach Überwindung der vorgegebenen Differenz  $d$  wird auch der zweite Ventilkörper betätigt und dadurch der äußere Steuerraum geöffnet. Auf diese Weise gelingt es, die in einen Brennraum einzuspritzende Kraftstoffmenge an aktuelle Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine exakt, reproduzierbar und optimal anzupassen.

**[0011]** Für den äußeren Ventilkörper ist ein Kegelsitz vorgesehen. Dieser äußere Ventilkörper weist an seinem unteren Ende eine Führung für die Dichthülse auf. Damit

die Dichthülse mit ihrem unteren Dichtsitz die beiden Steuerräume zuverlässig dichtend trennen kann, ist hier eine exakte Führung für den äußeren Ventilkörper notwendig. Daher stellt der Kegelsitz für diesen Fall eine bevorzugte Lösung dar.

**[0012]** Die Dichthülse wird vorteilhaft mit einer Schraubenfeder gegen ihren unten an der Ventilplatte angeordneten Dichtsitz gedrückt und ist als Druckfeder ausgebildet. Die Schraubenfeder stützt sich dabei mit ihrem oberen Ende gegen einen Auflagering ab, der am Umfang des inneren Düsenkörpers angeordnet ist. Dadurch ist insbesondere auch bei fehlendem Kraftstoffdruck sichergestellt, dass durch die Druckfeder sowohl der innere Ventilsitz als auch der äußere Ventilsitz geschlossen sind.

**[0013]** Durch Öffnen der beiden Steuerräume werden beide Düsennadeln von ihren Ventilsitzen abgehoben und entsprechend angeordnete Spritzlöcher freigegeben. In Abhängigkeit vom Kraftstoffdruck und der Öffnungsdauer kann somit vorteilhaft die einzuspritzende Kraftstoffmenge genau dosiert und gesteuert werden.

**[0014]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Servoventil und

Figur 2 zeigt einen Schnitt durch einen Kraftstoffinjektor, in dem das Servoventil gemäß Figur 1 eingebaut ist.

**[0015]** Das Servoventil beziehungsweise die Ventileinheit 10 in Figur 1 ist entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung im wesentlichen als eine Baugruppe ausgebildet, die unterhalb einem Antrieb 8, insbesondere einem piezoelektrischer Aktor, in einem Kraftstoffinjektor angeordnet ist, wie später noch zu Figur 2 näher erläutert wird.

**[0016]** Die Ventileinheit 10 weist eine Ventilplatte 1 auf, in die eine erste Bohrung 11 eingebracht wurde, wie im linken Teil von Figur 1 erkennbar ist. Die Bohrung 11 ist als Stufenbohrung ausgebildet und verjüngt sich nach oben hin. Im Übergangsbereich zum engeren Bohrungsteil ist die Bohrungswand kegelförmig abgeflacht und bildet in diesem Bereich einen Kegelsitz 32 für einen äußeren Ventilkörper 3, der von unten in die erste Bohrung 11 eingeführt wird. Der äußere Ventilkörper 3 ist mit seiner äußeren Kontur an die Stufenbohrung angepasst und weist an seinem Umfang im Bereich des Kegelsitzes 32 eine entsprechend geformte Sitzfläche auf, die mit dem Kegelsitz 32 an der ersten Bohrung 11 eine hochdruckfeste Dichtung für die Bohrung 11 bildet, wenn beide Kegelflächen gegeneinander gepresst werden.

**[0017]** Der äußere Ventilkörper 3 ist von seiner Länge her so bemessen, dass in Ruhestellung, wenn der Kegelsitz 32 geschlossen ist, sein oberes Ende etwas un-

terhalb dem oberen Ende eines inneren Ventilkörpers 2 liegt, so dass zwischen den beiden Kopfen eine Differenz  $d$  entsteht.

**[0018]** Die Bohrung 11 bildet mit ihrem größeren Durchmesser eine exakte axiale Führung für den äußeren Ventilkörper 3. Die Bohrung 11 ist exakt in vertikaler Richtung ausgerichtet und bildet zusammen mit der Außenwand des äußeren Ventilkörpers 3 unterhalb des geschlossenen Kegelsitzes 32 einen äußeren Steuerraum 5. Die Länge des Ventilkörpers 3 ist so bemessen, dass sich ein möglichst kleiner und reaktionsschneller Steuerraum 5 ergibt.

**[0019]** Der äußere Ventilkörper 3 ist als Hohlkörper ausgebildet und weist eine zentrale Bohrung 37 auf, die ebenfalls als Stufenbohrung ausgebildet ist und sich im oberen Bereich verjüngt. Im Übergangsbereich zum engeren Durchmesser ist die Innenwand vorzugsweise kegelförmig ausgebildet. Alternativ ist vorgesehen, eine Kugelschale oder einen Absatz als Dichtfläche für einen inneren Ventilkörper 2 auszubilden.

**[0020]** In diese zentrale Bohrung 37 wird ein innerer Ventilkörper 2 von unten eingeführt. Seine Kopffläche 80 ragt um die Differenz  $d$  über die Kopffläche 82 des äußeren Ventilkörpers 3 heraus. Vorzugsweise ist jedoch die Kopffläche 80 des inneren Ventilkörpers 2 bündig mit der Oberfläche der Ventileinheit 10 eingepasst.

**[0021]** Erfindungswesentlich ist, dass im oberen Bereich des inneren Ventilkörpers 2 ein ringförmig verdickter innerer Ventilsitz 31 mit einem Radius  $r$  ausgebildet ist, der beispielsweise als Kugelsitz 31, Kugelkalotte oder dergleichen ausgeformt ist. dadurch ist mit der inneren kegelförmigen Sitzfläche des äußeren Ventilkörpers 3 auch in solchen Fällen eine sichere Dichtung gewährleistet, wenn die Führung des inneren Ventilkörpers 2 geringfügig von der Vertikallinie abweichen sollte. Die Führung für den inneren Ventilkörper 2 kann somit einfacher und kostengünstiger ausgeformt sein. Auch kann dadurch die Bautiefe der Ventileinheit 10 kleiner ausgebildet sein, da keine langen Führungswege erforderlich sind.

**[0022]** Unterhalb des Kugelsitzes 31 wird somit ein innerer Steuerraum 4 gebildet. Die beiden Steuerräume 4 und 5 werden im unteren Bereich der Bohrung 11 durch eine Dichthülse 6 druckfest von einander getrennt. Die Dichthülse 6 weist einen unteren Dichtrand auf, der mittels einer als Druckfeder ausgebildeten Schraubenfeder 7 gegen eine untere Platte gedrückt wird (die Platte ist in Figur 1 als Übersichtsründen nicht näher dargestellt). Die Dichthülse 6 wird von der Innenwand des äußeren Ventilkörpers 3 geführt und dichtet diesen Bereich ab. Das obere freie Ende der Schraubenfeder 7 liegt an einem Auflagering 13 des inneren Ventilkörpers 2 an. Dadurch wird erreicht, dass auch bei fehlendem Kraftstoffdruck der innere Ventilkörper 2 gegen den Kugelsitz 31 gepresst wird und den inneren Steuerraum 4 geschlossen hält. Gleichzeitig überträgt sich die Druckkraft auch auf den äußeren Ventilkörper 3, der ebenfalls gegen seinen Kegelsitz 32 gepresst wird und den äußeren Steu-

erraum 5 dadurch geschlossen hält.

**[0023]** Oberhalb der beiden Ventilkörper 2,3 ist ein Antrieb 8, vorzugsweise ein piezoelektrischer Aktor angeordnet. Durch elektrische Ansteuerung verlängert sich der piezoelektrische Aktor 8 und drückt zunächst gegen die Kopffläche 80 des inneren Ventilkörpers 2. Nach Öffnung des Kugelventils 31 und Überwindung der Differenz d wird durch Druck auf die Kopffläche 82 auch der äußere Ventilkörper 3 betätigt und somit auch der äußere Steuerraum 5 geöffnet. Bis zur Berührung Kopffläche 82 des äußeren Ventilkörpers 3 ist jedoch nur der innere Steuerraum 4 geöffnet.

**[0024]** In Figur 1 ist im rechten Teil eine Hochdruckbohrung 9 angeordnet, die bis zu den beiden Düsenadeln geführt ist, wie später noch erläutert wird. Weitere Kraftstoffleitungen wurden in Figur 1 aus Übersichtsgründen nicht näher dargestellt.

**[0025]** Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor 20. Wie der Figur 1 entnehmbar ist, weist der Kraftstoffinjektor 20 im wesentlichen ein Injektorgehäuse 38 auf, das mit den Baugruppen Servoventil 10, einer Zwischenplatte 39, einen Nadelführungskörper 40 und einem Düsenkörper 41 mittels einer Düsenspannmutter 42 verschraubt ist.

**[0026]** In dem Injektorgehäuse 38 ist als Stellantrieb vorzugsweise ein piezoelektrischer Aktor 8 angeordnet, dessen unterer Teil mit einer Bodenplatte 16 abgeschlossen ist, über die die Längenänderungen des Aktors 8 direkt auf das darunter angeordnete Servoventil (Ventileinheit) 10 übertragbar sind. Zur Zentrierung der Bodenplatte 16 ist ein O-Ring 18 vorgesehen. Ein Faltenbalg 19 dichtet den Aktor 8 gegen den in einer Ausnehmung 17 befindlichen Kraftstoff ab, der als Leckageraum 14 ausgebildet ist. Zum Abfluss des angesammelten Kraftstoffs ist der Leckageraum 14 mit einer in Figur 2 nicht dargestellten Leckagebohrung mit dem Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems verbunden. Eine zweite Feder 64 mit einem Federhalter 62 bewirkt eine zusätzliche Rückstellkraft für den äußeren Ventilkörper 3. Im rechten Teil von Figur 1 ist eine durchgehende Hochdruckbohrung 9 erkennbar, die mit dem Hochdrucksystem einer Kraftstoffpumpe verbunden ist und den Kraftstoffinjektor 20 mit Kraftstoffen wie Dieselöl oder Benzin versorgt. Der Kraftstoff wird direkt bis zur Düsen Spitze geführt.

**[0027]** Das Servoventil 10 mit seinen beiden koaxial angeordneten Ventilkörpern 2,3 wurde bereits zu Figur 1 detailliert erläutert.

**[0028]** Unterhalb des Servoventils 10 ist der Düsenkörper 41 mit der Zwischenplatte 39 und dem Nadelführungskörper 40 angeordnet. In dem Düsenkörper 41 sind zwei koaxial gelagerte Düsenadeln 26,28 ausgebildet. Die äußere Düsenadel 28 wird in einer zentralen Bohrung des Nadelführungskörpers 40 geführt. Sie ist als Hohladel ausgebildet und wird von der inneren Düsenadel 26 in axialer Richtung vollständig durchdrungen. Die äußere Düsenadel 28 wird mittels einer ersten Düsenfeder 30 gegen ihren im unteren Teil des Düsenkör-

pers 41 befindlichen äußeren Ventilsitz 35 gepresst. Die sich unterhalb des Ventilsitzes 35 befindlichen ersten Spritzlöcher 34 sind dadurch geschlossen.

**[0029]** Oberhalb der inneren Düsenadel 26 ist eine zweite Düsenfeder 32 angeordnet, mit der die innere Düsenadel 26 mit ihrem unteren Ventilsitz 33 die zweiten Spritzlöcher 36 verschließt. Die zweite Düsenfeder 32 ist zur Vereinfachung des Einbaus vorzugsweise in einer Federtasche 45 der Zwischenplatte 39 angeordnet und stützt sich gegen die Kopffläche 80 der inneren Düsenadel 26 ab. In der Zwischenplatte 39 ist eine erste Ablaufbohrung 44 vorgesehen, die den inneren Steuerraum 4 mit der Federtasche 45 verbindet. Die Federtasche 45 ist nach unten hin bis zu einem Steuerraum 70 geführt, der in dem Nadelführungskörper 40 ausgebildet ist. Die erste Ablaufbohrung 44 ist hydraulisch gekoppelt sowohl mit der Federtasche 45 als auch mit dem inneren Steuerraum 4.

**[0030]** Eine zweite Ablaufbohrung 72 ist von dem Steuerraum 70 bis hin zum äußeren Steuerraum 5 des Servoventils 10 geführt. Über die Hochdruckbohrung 9 wird der Kraftstoff mit einem Druck bis zu 2000 bar bis an die unteren beiden Ventilsitze 33,35 geführt, so dass der Kraftstoff nach dem Öffnen einer oder beider Düsenadeln 26,28 aus den entsprechenden Spritzlöchern 34,36 austreten kann.

**[0031]** Eine erste Zulaufdrossel 76 koppelt die Hochdruckbohrung 9 hydraulisch mit der Federtasche 45. Eine zweite Zulaufdrossel 78 koppelt die Hochdruckbohrung 9 hydraulisch mit dem Steuerraum 70 und der zweiten Ablaufbohrung 72. Der Steuerraum 70 wird in seinem Bereich begrenzt durch die Kopffläche 80 der inneren Düsenadel 26 und die Kopffläche 82 der äußeren Düsenadel 28.

**[0032]** Im folgenden wird die Funktionsweise näher erläutert. Im nicht angesteuerten Zustand des Aktors 8 sind alle Ventilsitze geschlossen. Bei Ansteuerung des Aktors 8 wird durch seine Verlängerung nach unten hin zunächst der innere Ventilkörper 2 betätigt und dadurch der innere Steuerraum 4 geöffnet. Dadurch fließt der Kraftstoff vom Steuerraum 70 über die Federtasche 68, die erste Ablaufbohrung 44 bis hin zum Leckageraum 14, in dem ein geringerer Druck vorliegt. Dadurch fällt der Druck im Steuerraum 70 ab, so dass sich die Druckkräfte auf die beiden Kopfflächen 80,82 verringern. Gleichzeitig bewirken höhere Druckkräfte in der Hochdruckbohrung 9, die auf entsprechend geformte Absätze der beiden Düsenadeln 26,28 geleitet werden, dass in Abhängigkeit von der vorliegenden Druckdifferenz im Steuerraum 70 und dem Hochdruck sukzessive die eine oder beide Düsenadeln 26,28 von ihren Ventilsitzen 33,35 abgehoben und die Spritzlöcher 34,36 freigegeben werden. Bei geringer Druckdifferenz wird nur die innere Düsenadel 26 vom inneren Ventilsitz 33 abgehoben.

**[0033]** Wird der Aktorhub wieder so weit verringert, dass der innere Ventilkörper 2 den inneren Steuerraum 4 schließt, kann kein Kraftstoff über den ersten Ablaufkanal 44 abfließen. Der über die erste Zulaufdrossel 76

fließende Kraftstoff bewirkt ein Ansteigen des Drucks in der Federtasche 45, so dass die innere Düsennadel 26 wieder ihren Ventilsitz 33 schließt.

**[0034]** Wird im anderen Fall der Aktor 8 so weit verlängert, dass beide Steuerkörper 4,5 ihre Ventilsitze freigeben, kann der Kraftstoff in dem Steuerraum 70 über die zweite Ablaufleitung 72, den äußeren Steuerraum 5, vorbei an den Kegelsitz 32 in den Leckageraum 14 gelangen und dort abfließen. Dadurch ergibt sich in dem Steuerraum 70 ein weiterer Druckabfall, der schließlich dazu führt, dass auch die äußere Düsennadel 28 ihre Spritzlöcher 34 freigibt.

**[0035]** Wird der Aktorhub wieder so verringert, dass der äußere Ventilkörper 3 den äußeren Steuerraum 5 wieder schließt, dann kann kein Kraftstoff mehr über zweite Ablaufleitung 72 abfließen. Dadurch steigt in dem Steuerraum 70 der Druck wieder an und führt schließlich zum Schließen des äußeren Ventilsitzes 35 durch die äußere Düsennadel 28.

**[0036]** Durch die koaxiale Anordnung des inneren und äußeren Ventilkörper 2,3 und den durch die Dichthülse 6 gebildeten beiden Steuerräumen 4,5 der beiden Servoventile wird in vorteilhafter Weise eine sehr kompakte Bauweise erreicht. Des weiteren kann der piezoelektrische Aktor 6 auf eine sehr einfache Weise beide Ventilkörper 2,3 der Ventileinheit 10 sukzessive direkt und zentral steuern. Weitere mechanische Hebel oder Einrichtungen sind dazu nicht erforderlich.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Servoventil zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung in einen Verbrennungsmotor, wobei das Servoventil einen unter hohem Kraftstoffdruck stehenden Steuerraum aufweist, der an einem Ventilsitz durch einen von einem Aktor (8) betätigbaren Ventilkörper zu öffnen beziehungsweise schließbar ist und wobei durch den entstehenden Druckabfall zwei Düsennadeln (26,28) von ihren Ventilsitzen (33,35) abhebbar sind und die entsprechend angeordnete Reihen mit Spritzlöchern (34,36) freigeben, die im unteren Teil des Kraftstoffinjektors (20) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servoventil (10) eine Ventilplatte (10) mit einer vertikal angeordneten Bohrung (11) aufweist, die als Steuerraum für das Servoventil ausgebildet ist, dass in die Bohrung (11) ein mit einer zentralen Bohrung (37) ausgebildeter äußerer Ventilkörper (3) eingebracht ist, dass in die zentrale Bohrung (37) koaxial ein innerer Ventilkörper (2) angeordnet ist, dass die beiden Ventilkörper (2,3) im oberen Bereich jeweils einen Ventilsitz (31,32) aufweisen, mit dem die durch die beiden Bohrungen (11,37) gebildeten beiden Steuerräume (4,5) kraftstoffdicht verschließbar sind, dass zum Schließen des inneren Steuerraumes (4) der innere Ventilkörper (2) mit einem ringförmig verdickten in-

neren Ventilsitz (31) mit einem Radius (r) ausgebildet ist und dass in der zentralen Bohrung (37) des äußeren Ventilkörpers (3) eine Dichthülse (6) angeordnet ist, durch die die beiden Steuerräume (4,5) nach unten hin getrennt sind.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Ventilsitz (31) am inneren Ventilkörper (2) als Kegelsitz ausgebildet ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Ventilkörper (3) an seiner Innenbohrung (37) vorzugsweise einen kegelförmig ausgebildeten Ventilsitz aufweist, der als Anschlag für den Kegelsitz (31) ausgebildet ist.
4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** direkt oberhalb der beiden Ventilkörper (2,3) als gemeinsamer Antrieb ein piezoelektrischer Antrieb (8) angeordnet ist.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im geschlossenen Zustand der beiden Ventilkörper (2,3) der innere Ventilkörper (2) mit seinem oberen Ende um eine vorgegebene Differenz (d) über dem oberen Ende des äußeren Ventilkörpers (3) herausragt.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (8) bei Ansteuerung zunächst den inneren Ventilkörper (2) und nach Überwindung der Differenz (d) den äußeren Ventilkörper (3) betätigt.
7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Ventilkörper (3) mit einem Kegelsitz (32) gegen die Ventilplatte (1) abgedichtet ist.
8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Auflagering (13) des inneren Ventilkörpers (2) und einer Dichthülse (6) eine Schraubenfeder (7) angeordnet ist, durch die die Dichthülse (6) gegen ihren Dichtsitz am unteren Teil der Ventilplatte (1) drückbar ist.
9. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder der beiden Ventilkörper (2,3) eine zugeordnete Düsennadel (26,28) steuert und dass durch Abheben der Düsennadeln (26,28) von ihren Ventilsitzen (33,35) im unteren Teil des Kraftstoffinjektors (20) angeordnete Spritzlöcher (34,36) freigebbar sind.

FIG 1

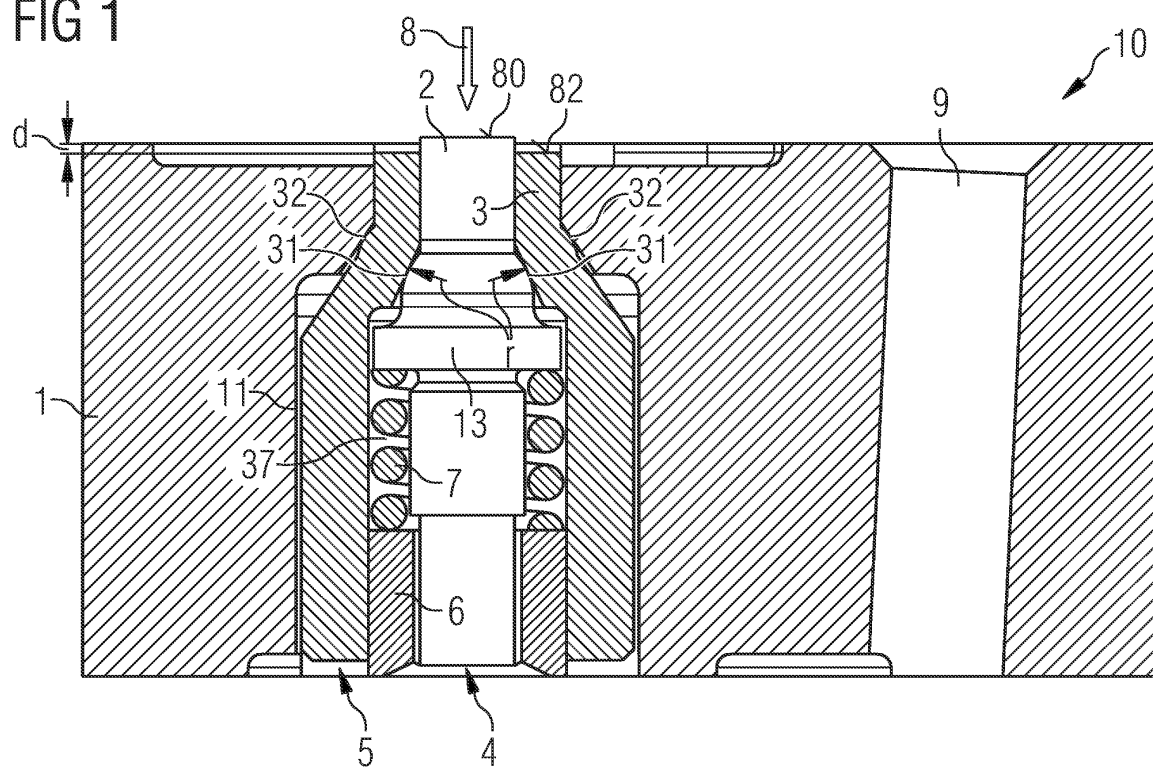
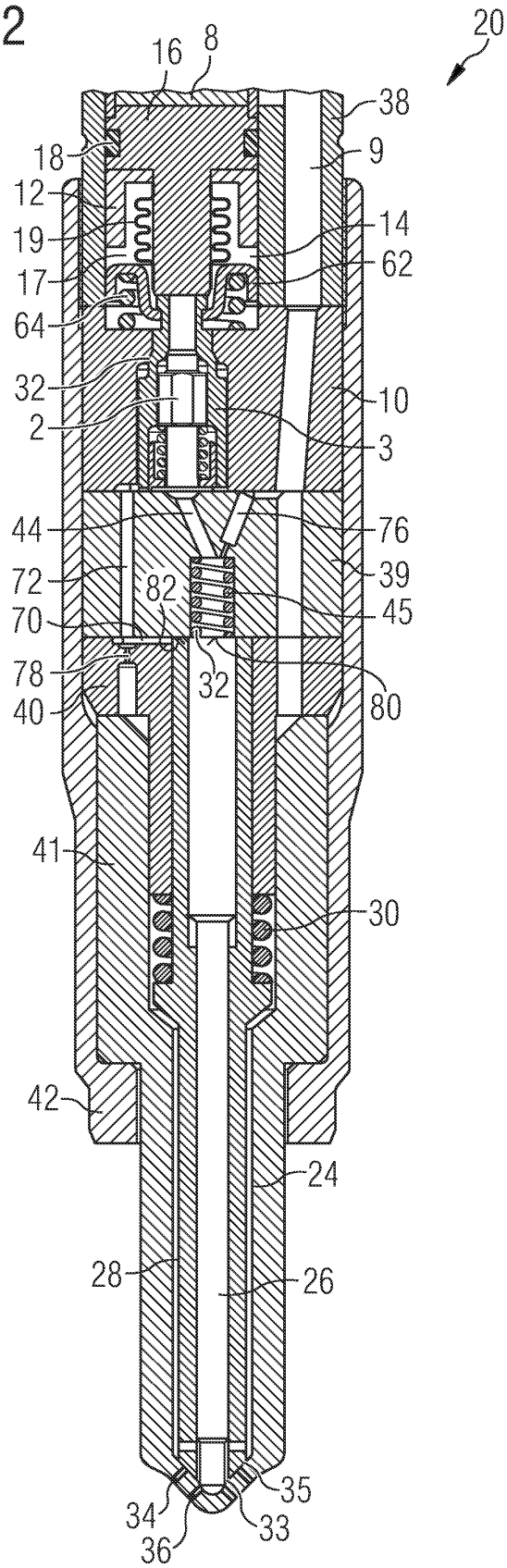


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 05 10 3691

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                        | Betrifft<br>Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | KLASSIFIKATION DER<br>ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| E,A                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WO 2005/057003 A (SIEMENS<br>AKTIENGESELLSCHAFT; DICK, JUERGEN;<br>FREUDENBERG, HELLMUT; REIM,<br>23. Juni 2005 (2005-06-23)<br>* Seite 10, Zeile 1 - Seite 11, Zeile 19;<br>Abbildung 2 * | 1-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F02M45/08<br>F02M59/46                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 102 22 196 A1 (ROBERT BOSCH GMBH)<br>27. November 2003 (2003-11-27)<br>* Spalte 4, Absatz 16 - Spalte 5, Absatz<br>18; Abbildungen 1,3 *                                                | 1-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 102 46 974 A1 (ROBERT BOSCH GMBH)<br>22. April 2004 (2004-04-22)<br>* Seite 4, Absatz 30-33; Abbildung 2 *                                                                              | 1-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 101 58 337 C1 (ROBERT BOSCH GMBH)<br>22. Mai 2003 (2003-05-22)<br>* Spalte 6, Absätze 38,39; Abbildung 2 *                                                                              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | F02M                                       |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br><b>8. August 2005</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Prüfer<br><b>Etschmann, G</b>              |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                            | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                            |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 10 3691

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-08-2005

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie  | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| WO 2005057003 A                                    | 23-06-2005                    | DE 10357769 A1<br>WO 2005057003 A1 | 21-07-2005<br>23-06-2005      |
| DE 10222196 A1                                     | 27-11-2003                    | WO 03098028 A1<br>EP 1507972 A1    | 27-11-2003<br>23-02-2005      |
| DE 10246974 A1                                     | 22-04-2004                    | WO 2004033890 A1<br>EP 1552135 A1  | 22-04-2004<br>13-07-2005      |
| DE 10158337 C1                                     | 22-05-2003                    | KEINE                              |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82