

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. Mai 2001 (31.05.2001)

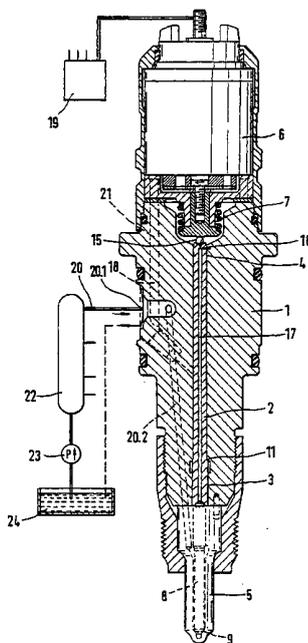
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/38721 A2**

PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 51/00 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HLOUSEK, Jaroslav  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04005 [AT/AT]; Markt 359, A-5440 Golling (AT).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. November 2000 (10.11.2000) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, RU, US.  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch Veröffentlicht:  
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.  
(30) Angaben zur Priorität: 199 56 522.8 24. November 1999 (24.11.1999) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).  
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: INJECTOR FOR HIGH-PRESSURE FUEL INJECTION

(54) Bezeichnung: INJEKTOR FÜR UNTER HOCHDRUCK ERFOLGENDER KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG



(57) Abstract: The invention relates to an injector for injecting a highly pressurized fluid by means of a nozzle (5). The injector body (1) comprises a high pressure delivery line (20) and a pressureless run-off (18). Said injector body (1) is connected to a common rail high pressure collector chamber (22) and contains a magnetic valve (6), which is used to control the nozzle (5). An axially extended sleeve (2) is movably accommodated in the injector body (1), one front face of said sleeve being controlled by means of a valve (6, 15) and the other front face (10) delimiting a control chamber (12) into which a branch (13) of a high pressure inlet (20.2) opens.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/38721 A2



---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf einen Injektor zum Einspritzen eines unter hohem Druck stehenden Fluides mittels einer Düse (5). Der Injektorkörper (1) umfaßt eine Hochdruckzulaufleitung (20) sowie einen drucklosen Ablauf (18). Der Injektorkörper (1) ist mit einem gemeinsamen Hochdrucksammelraum (22) (common rail) verbunden und enthält ein Magnetventil (6), welches der Ansteuerung der Düse (5) dient. Im Injektorkörper (1) ist eine sich axial erstreckende Hülse (2) bewegbar aufgenommen, deren eine Stirnseite mittels eines Ventils (6, 15) ansteuerbar ist und deren andere Stirnseite (10) einen Steuerraum (12) begrenzt, in welchen ein Abzweig (13) eines Hochdruckzulaufs (20.2) mündet.

## **Injektor für unter Hochdruck erfolgender Kraftstoffeinspritzung**

5

### Technisches Gebiet:

Injektoren für unter extrem hohem Druck stehendem Kraftstoff weisen einen den Einspritzvorgang steuernden Schieber auf, sowie ein in die Brennkammer einer Brennkraftmaschine hineinragende Düsennadel. Zur Ansteuerung der Injektoren  
10 werden diese in der Regel mit Magnetventilen bestückt, mit denen sich kürzeste Ansteuerzeiten verwirklichen lassen.

### Stand der Technik:

Aus dem Stand der Technik sind Injektoren für Brennkraftmaschinen  
15 bekanntgeworden, die mit Mehrweventilen ausgestattet sein können. In der Regel werden zur Ansteuerung der Injektoren Magnetventile verwendet, mit denen sich sehr kurze Schaltzeiten erzielen lassen. Da die Injektoren in bestimmten Injektorbereichen mit Drücken bis zu 1600 bar beaufschlagt werden, um bei extrem hoch verdichtenden Dieselmotoren einen Einspritzvorgang zu  
20 erzielen, entstehen an den Flächen, an denen durch bewegte Teile Relativbewegungen auftreten und an den Bauteilen, die Höchstdruckräumen von solchen mit relativ dazu gesehen niedrigeren Drücken trennen, Leckageverluste. Die Leckageverluste treten von Einspritzvorgang zu Einspritzvorgang auf und können sich beispielsweise am Nadeldurchmesser und am  
25 Steuerschieberdurchmesser einstellen. Leckageverluste von Kraftstoff in den Brennraum der Zylinder einer Brennkraftmaschine können zum sogenannten „Nachdieseln“ nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine führen, wenn beispielsweise an der in den Brennraum mündenden Düsennadel Leckageverluste

auftreten. Am gegenüberliegenden Ende des Injektors können sich die Leckageverluste hingegen ebensogut einstellen, etwa am als 2/2-Wege-Ventil dienenden Magnetventil.

5 Darstellung der Erfindung:

Mit der erfindungsgemäßen Injektorlösung für höchste Kraftstoffeinspritzdrücke lassen sich Leckageverluste von Einspritzvorgang zu Einspritzvorgang am Düsennadelsitz wirksam verhindern. Die im Bereich der Drossel am magnetseitigen Ende des Injektors auftretenden Verluste stellen lediglich  
10 sogenannte Magnetventilsteuermengenverluste dar, die über eine Rücklaufleitung wieder in den Vorratstank zurückgefördert werden können. Ist der Injektor nicht dem Systemdruck unterworfen, so wird durch eine am Magnetventil aufgenommene Schließfeder sichergestellt, daß die Hülse und die Düsennadel in Richtung auf den Düsennadelsitz gedrückt werden und dieser gegen den  
15 Brennraum abgeschlossen bleibt. Wird der Injektor hingegen mit Systemdruck beaufschlagt, so ermöglicht der durch den Abzweig in den Düsennadelsteuerraum unter Höchstdruck eintretende Kraftstoff, daß die in den Düsennadelsteuerraum hineinragende Düsennadel an ihrer Stirnseite ebenfalls mit dem hohen Kraftstoffsystemdruck beaufschlagt ist. Da der Durchmesser an der Düsennadel  
20 an dem steuerraumseitigen Ende größer bemessen ist als am Düsennadelsitz, wird durch die Beaufschlagung des Düsennadelsteuerraums am Ende des Injektorkörpers eine Abdichtwirkung an der Seite der Düse erzielt.

Erst bei Bestromung des im Injektorkörper aufgenommenen Magnetventils folgt  
25 eine Drucksenkung im Düsennadelsteuerraum. Dies wird dadurch erzielt, daß die Drosselöffnung magnetventilseitig mit größerem Durchmesser versehen ist, als die Zulaufdrossel zum Düsennadelsteuerraum am gegenüberliegenden Ende des Injektorkörpers. Der Druck im Düsennadelsteuerraum zwischen dem stirnseitigen Ende der Hülse und dem gegenüberliegenden Ende der Düsennadel sinkt ab, die

Düsennadel wird durch den am Düsenende nach wie vor anstehenden Hochdruck auf die steuerraumseitige Stirnfläche der Hülse zubewegt, der Einspritzvorgang beginnt. Das Ende des Einspritzvorgangs erfolgt durch einen in der Axialbohrung der Hülse sich einstellenden Druckstoß nach Aufhebung der Bestromung des  
5 Magnetventils. Die nach Schließen des Magnetventils in der Axialbohrung der Hülse sich einstellende Druckwelle pflanzt sich durch diese bis in den Düsenadelsteuerraum fort und bewirkt ein blitzartiges Andrücken der  
10 Düsenadel an ihren Sitz am brennraumseitigen Ende der Düse. Diese auch als „hammer pipe effect“ bezeichnete Druckerhöhung wirkt auf die dem  
Düsenadelsteuerraum zugewandte Seite der Düsenadel ein, deren Durchmesser größer ist als der Durchmesser der Düsenadel am Düsenadelsitz. Die  
Düsenadel verschließt die Düsenöffnung durch die Druckerhöhung in der Hülse derart blitzartig, daß die Leckageverluste auf die Magnetventilsteuermenge begrenzt bleiben.

15

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäß vorgesehenen Lösung ist in dem Umstand zu erblicken, daß nur eine minimale Anzahl von Bauteilen am Injektor benötigt wird, im wesentlichen handelt es sich um die Düse, das Steuerventil, die Hülse und den Injektorkörper.

20

Zeichnung:

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

25

Figur 1 einen Längsschnitt durch den Injektorkörper, der zulaufseitig mit dem Hochdrucksammelraum und ablaufseitig mit dem Vorratstank verbunden ist und

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung des Düsennadelsteuerraums zwischen der den Injektorkörper durchsetzenden Hülse und der Düsennadel.

5 Ausführungsvarianten:

In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch einen Injektorkörper dargestellt, der zulaufseitig mit einem gemeinsamen Hochdrucksammelraum (common rail) verbunden ist und ferner über eine drucklose Ablaufleitung mit einem Vorratstank in Verbindung steht.

10

Der Injektorkörper 1 ist von einer sich in seiner axialen Richtung erstreckenden Bohrung durchzogen, in die eine Hülse 2 eingelassen ist. Die Hülse 2 ihrerseits ist mit einer axialen Bohrung 17 versehen und ist in zwei Durchmesserbereiche mit relativ zum Injektorkörper unterschiedlichem Spiel unterteilbar. In einem ersten Durchmesserbereich 4, der sich im Injektorkörper 1 von einer Anlaufdrossel 16 im oberen Bereich zu einem Kegelsitzanschlag 11 im Bereich der Düse 5 erstreckt, hat die Hülse 2 im Injektorkörper 1 ein Spiel von  $> 0,01$  mm, wobei der Durchmesser der Bohrung 17 in der sich axial erstreckenden Hülse im Bereich von 1,5mm liegt.

20

Im sich vom Kegelsitzanschlag 11 bis zur Hülsenstirnseite erstreckenden Durchmesserbereich 3 ist die Hülse 2 annähernd spielfrei gelagert und zwar mit einem Spiel von  $< 0,01$  mm, was sehr hohe Anforderungen an die Rundlaufgenauigkeit und die Bearbeitungsgüte des Hülsenbauteils 2 stellt.

25

Der die Hülse 2 aufnehmende Injektorkörper 1 weist an seinem in den Brennraum einer Brennkraftmaschine hineinragenden Bereich eine Düse 5 auf, die ihrerseits eine Düsennadel 8 umschließt. Die Düse 5 kann mittels eines gestrichelt

- 5 -

dargestellten Zentrierstiftes 25 relativ zum Injektorkörper 1 ausgerichtet werden, wobei neben der Verwendung eines Zentrierstiftes 25 zur Ausrichtung auch andere Zentrierkörper verwendet werden können. Im oberen Bereich des Injektorkörpers 1 ist ein als Magnetventil 5 ausgebildetes 2/2-Wege-Ventil ausgeführt. Das Magnetventil 6 wirkt auf ein Kugelventil 15 ein, welches oberhalb der in den Injektorkörper 1 eingelassenen Hülse 2 angeordnet, deren Drosselöffnung 16 verschließt. Das Magnetventil 6 ist über eine Steuereinheit 19 ansteuerbar, die in Figur 1 nur schematisch angedeutet mit dem Magnetventil 6 verbunden ist und dieses ansteuert.

10

Die Beaufschlagung des Injektorkörpers 1 des Injektors für die Einspritzung von Kraftstoff unter Höchstdrücken von mehr als 1600 bar erfolgt über eine Zulaufleitung 20. Über den Hochdruckzulauf 20 ausgehend vom Hochdrucksammelraum 22 (common rail) stehen der Hochdrucksammelraum 22 über die Zulaufmündung 20.1 und die sich daran anschließende Bohrung 20.2 im Injektorkörper 1 miteinander in Verbindung. Aus einem Vorratstank 24 wird Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe 23 in den Hochdrucksammelraum 22 gefördert, von dem die einzelnen an die verschiedenen Injektoren abzweigenden Hochdruckzuläufe 20 aufgenommen sind. In der dargestellten Ausführungsvariante können über den Hochdrucksammelraum 22 (common rail) beispielsweise vier Injektoren an einer Brennkraftmaschine mit unter extrem hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt werden. Daneben ist es natürlich ohne weiteres möglich am Hochdrucksammelraum 22 auch Abzweige zu sechs oder auch acht Injektoren für 6- oder 8-Zylinder Brennkraftmaschinen vorzusehen.

Im oberen Bereich des Injektorkörpers 1 befindet sich das bereits erwähnte Magnetventil 6, welches am Kugelsitz 15 die Ablaufdrossel 16 der Hülse 2 verschließt bzw. bei Bestromung wieder freigibt. Bei der Freigabe der Ablaufdrossel 16 durch das Magnetventil 6 tritt eine wohldefinierte

30

Magnetventilsteuermenge an Kraftstoff durch diese Öffnung 16 der sich axial erstreckenden Hülse 2 in den durch die Ventilschließfeder 7 oberhalb des Kugelsitzes 15 ausgefüllten Freiraum. Die Magnetventilsteuermenge gelangt durch die Bohrung 18 über den drucklosen Ablauf, ausgeführt als separate  
5 Bohrung im Injektorkörper 1 wieder zurück in den Vorratstank 24; die Magnetventilsteuermenge stellt daher in diesem Sinne keinen Verlust dar, da sie wieder in den die Kraftstoffförderung übernehmenden Teil des Einspritzsystems eintreten kann.

10 Zum Verschließen der Düse 5 im Bereich des Düsennadelsitzes 9 dient eine zwischen Magnetventil 6 und Kugelsitz 15 aufgenommene Feder 7, die die Kugel gegen die Ablaufdrossel 16 am oberen Ende der im Injektorkörper 1 aufgenommenen Hülse 2 drückt. Am unteren Ende des Injektorkörpers 1 ist der Düsennadelsteuerraum 12 ausgebildet, der in Figur 2 in vergrößertem Maßstab  
15 wiedergegeben ist.

Der Düsennadelsteuerraum 12 wird einerseits durch die steuerraumseitige Stirnfläche der Hülse 2 begrenzt, andererseits durch das der Düsenöffnung abgewandte Ende der Düsennadel 8. In den Düsennadelsteuerraum 12 mündet der  
20 Abzweig 13 von der Hochdruckleitung 20.2, die den Injektorkörper 1 ausgehend von der Mündung 20.1 durchzieht. Die Hochdruckbohrung 20.2 erstreckt sich auf die Düse 5 zulaufend durch den Injektorkörper 1, der beispielsweise durch einen Zentrierstift 25 zur Düse 5 ausgerichtet werden kann. Verglichen mit dem Düsennadeldurchmesser 9 (vergleiche Figur 1) ist der Düsennadeldurchmesser 14  
25 am Ende der Düsennadel 8 vergrößert ausgeführt.

Die Funktionsweise des in den Figuren 1 und 2 näher beschriebenen Injektors gemäß der vorliegenden Erfindung stellt sich nun wie folgt dar:

- 7 -

Solange das 2/2-Wege-Ventil – vorzugsweise ausgebildet als ein schnell schaltendes Magnetventil – nicht bestromt ist und der Systemdruck, d.h. der Hochdruck des Hochdrucksammelraums 22 nicht am Injektorkörper 1 ansteht, drückt die Schließfeder 7 oberhalb des Kugelsitzes 15 die im Injektorkörper 1 bewegbar gelagerte Hülse 2 in Richtung auf den Düsennadelsitz 9. Dadurch wird die Düsennadel 8 auf den Düsennadelsitz 9 gedrückt, so daß deren Öffnung zum Brennräum verschlossen bleibt und es nicht zum ungewollten Austritt von Kraftstoff, d.h. zum „Nachdieseln“ kommen kann.

10 Wird nach dem Start der Brennkraftmaschine der Injektor mit dem am Hochdrucksammelraum 22 anstehenden Hochdruck von mehr als 1600 bar beaufschlagt, tritt der Kraftstoff über die Zulaufmündung 20.1 in die Zulaufbohrung 20.2 des Injektorkörpers 1 ein. Der Kraftstoff steht dann einerseits am Düsennadelsitz 9 an, andererseits über eine als Zulaufdrossel 13 wirkende  
15 Öffnung auch am Düsennadelsteuerraum 12. Da der in den Düsennadelsteuerraum 12 hineinragende Durchmesser 14 des Endabschnitts der Düsennadel 8 größer bemessen ist als der Durchmesser der Düsennadel 8 am Düsennadelsitz 9, ist die im Düsennadelsteuerraum 12 erzeugte Schließkraft größer als die am Düsennadelsitz 9 erzeugte der Schließkraft entgegenwirkende  
20 hydraulische Kraft – die Öffnung der Düse 5 in die Brennkammer bleibt geschlossen.

Durch die Ansteuerung des Magnetventils 6 via Steuereinheit 19 gibt der Kugelsitz 15 die als Ablaufdrossel 16 wirkende Öffnung an der Oberseite der in  
25 den Injektorkörper 1 eingelassenen Hülse 2 frei. Die Öffnung 16 ist größer dimensioniert als der Abzweig 13 von der Hochdruckbohrung 20.2, wobei der Abzweig 13 in den Düsennadelsteuerraum 12 mündet und als Drossel wirkt. Dadurch sinkt der Druck im Düsennadelsteuerraum 12 und die Düsennadel 8 bewegt sich mit ihrem Endabschnitt auf die Stirnseite 10 der Hülse 2 hinzu.  
30 Dadurch gibt die Düsennadel 8 den Düsennadelsitz 9 frei – die Einspritzung in die

Brennkammer der Brennkraftmaschine beginnt. Das Einspritzende wird dadurch herbeigeführt, daß über die Steuereinheit 19 die Bestromung des Magnetventils 6 aufgehoben wird. Der Kugelsitz 15 verschließt die Ablaufdrossel 16, die Magnetventilsteuermenge wird über den drucklosen Ablauf 18 via den die  
5 Schließfeder 7 aufnehmenden Freiraum in den Vorratstank 24 zurückgefördert.

Da die Bohrung 17 in der Hülse 2, die sich durch den Injektorkörper 1 erstreckt, in einem Durchmesser  $< 1,5$  mm ausgeführt ist, wird die hohe Strömungsgeschwindigkeit in der Bohrung 17 in eine hohe Druckwelle  
10 umgewandelt, die als Druckerhöhung in den Düsennadelsteuerraum 12 wirkt. Der dort schlagartig eintretende höhere Druck wirkt auf den Endabschnitt der Düsennadel 8 ein, genauer gesagt auf dessen Stirnfläche 14 und bewegt diese in Richtung auf den Düsennadelsitz 9 zu. Der durch den „hammer pipe effect“ in dem Düsennadelsteuerraum 12 schlagartig erhöhte Druck ist größer als der am  
15 Düsennadelsitz 9 ohnehin anstehende kontinuierliche Hochdruck der Hochdrucksammelleitung 20.1, i.e. als der Druck im common rail. Dadurch stellt sich im Injektorkörper 1 das Schließen der Düsenöffnung in den Brennraum ein.

Mit dieser Lösung lassen sich Leckageverluste auf die Magnetventilsteuermenge  
20 reduzieren, da an der brennraumseitigen Öffnung der Düse 5 eine wirksame Abdichtung der Düse 5 gewährleistet ist. Die Magnetventilsteuermenge läuft in den Vorratstank 24 zurück und ist nicht unwiederbringlich verloren, sondern kann erneut als Einspritzmenge komprimiert werden. Der Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Injektors läßt sich somit erheblich verbessern, wobei dies mit  
25 der minimal erforderlichen Anzahl von Bauteilen erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Injektor zum Einspritzen eines unter hohem Druck stehendem Fluides  
5 mittels einer Düse (5), wobei der Injektorkörper (1) eine Hochdruckzulaufleitung (20) sowie einen drucklosen Ablauf (18) umfaßt, mit einem gemeinsamen Hochdrucksammelraum (22) verbunden ist und zur Ansteuerung der Düse (5) ein Magnetventil (6) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Injektorkörper (1) eine Hülse (2) bewegbar  
10 aufgenommen ist, deren eine Stirnseite mittels eines Ventils (6, 15) ansteuerbar ist und deren andere Stirnseite (10) einen Steuerraum (12) begrenzt, in welchen ein Abzweig (13) eines Hochdruckzulaufs (20.2) mündet.
- 15 2. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am magnetseitigen Ende der Hülse (2) eine als Drossel dienende Öffnung (16) vorgesehen ist.
- 20 3. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der am steuerraumseitigen Ende der Hülse (2) mindernde Abzweig (13) des Hochdruckzulaufs (20.2) als Drossel ausgebildet ist.
- 25 4. Injektor gemäß der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Öffnung (16) der Hülse (2) den Durchmesser der Öffnung (13) der Hülse (2) übersteigt.

5. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das am magnetseitigen Ende der Hülse (2) vorgesehene Ventil (15) von einer Schließfeder (7) beaufschlagt ist.
- 5 6. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zwischen Injektorkörper (1) und Hülse (2) auftretende Spiel zwischen einem Anschlag (11) und der steuerraumseitigen Stirnseite (10) der Hülse (2)  $< 0,01\text{mm}$  beträgt.
- 10 7. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Beaufschlagung des Steuerraums (12) über den Abzweig (13) die Düsennadel (8) an ihren Sitz (9) gedrückt wird.
- 15 8. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsennadel (8) an ihrem stirnseitigen Ende einen Nadeldurchmesser (14) aufweist, der größer ist als der Düsennadeldurchmesser am Düsennadelsitz (9).
- 20 9. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (2) sich durch den Injektorkörper (1) erstreckt.
10. Injektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (5) mittels eines Zentrierstiftes (25) relativ zum Injektorkörper (1) positioniert ist.



Fig.2

