

(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  
26. April 2001 (26.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/29396 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 47/00 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOECKING, Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03594 (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CZ, JP, KR, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Oktober 2000 (12.10.2000) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 49 848.2 15. Oktober 1999 (15.10.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

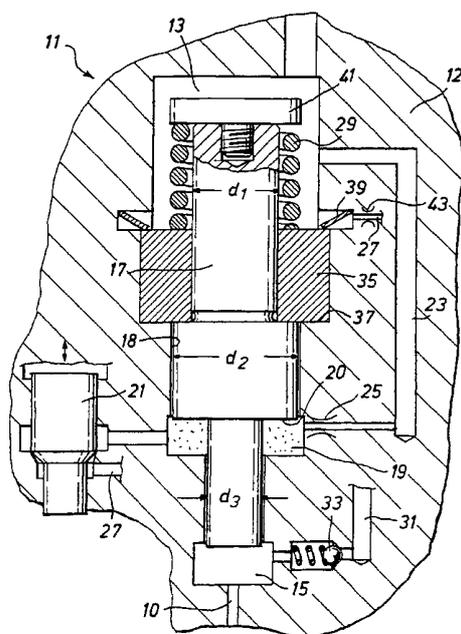
Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

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: PRESSURE TRANSLATOR FOR A FUEL INJECTION SYSTEM PERTAINING TO AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: DRUCKÜBERSETZER FÜR EIN KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to an injection system for an internal combustion engine comprising a pressure translator (1) wherein hydraulic forces acting upon a stepped piston (17) are balanced out between injections.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit Druckübersetzer (1) vorgeschlagen, bei dem zwischen den Einspritzungen ein Ausgleich der an den Stufenkolben (17) angreifenden hydraulischen Kräfte erfolgt.



WO 01/29396 A2

5

10 Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für  
Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft einen Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

20

Die Verschärfung der Abgasnormen verlangt immer höhere Einspritzdrücke zur Verbesserung der Gemischbildung und der Verbrennung. Daraus ergeben sich höhere mechanische und thermische Belastungen des Kraftstoffeinspritzsystems.

25 Außerdem nimmt der Antriebsleistungsbedarf überproportional zu, weil mit dem Druck auch die Verluste in dem Kraftstoffeinspritzsystem ansteigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kraftstoffeinspritzsystem bereitzustellen, bei dem die auf den Druckübersetzer wirkenden hydraulischen Kräfte reduziert werden und bei dem der Druckübersetzer einfach steuerbar ist. Außerdem sollen höhere Einspritzdrücke ermöglicht und gleichzeitig die Beanspruchung und der Antriebsleistungsbedarf der Einspritzpumpe verringert werden.

35

- 2 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer Einspritzdüse und mit einer, einen Hochdruck-Teil aufweisenden Einspritzpumpe, wobei der Hochdruck-Teil der Einspritzpumpe mit der Einspritzdüse über eine, mit einer Niederdruck-Seite eines Druckübersetzers verbundenen Steuerleitung und einen, mit einer Hochdruck-Seite des Druckübersetzers verbundenen Hochdruckpfad in Wirkverbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Ausgleich der auf die Niederdruck-Seite des Druckübersetzers wirkenden hydraulischen Kraft zwischen den Einspritzungen vorhanden sind.

Dieser Druckübersetzer hat den Vorteil, dass zwischen den Einspritzungen die auf den Stufenkolben wirkenden Druckkräfte reduziert werden, so dass der Stufenkolben nach Beendigung der Einspritzung mit geringer Kraft in seine pumpenseitig Ausgangslage zurückgebracht werden kann und der Druckübersetzer einfach gesteuert werden kann. Außerdem verringern sich auch die Leck- und Drosselverluste des Kraftstoffeinspritzsystems, was zu einer Reduktion des Antriebsleistungsbedarfs führt und den hydraulischen Wirkungsgrad des Kraftstoffeinspritzsystems verbessert. Zusätzlich ermöglichen die hohen Einspritzdrücke kleinere Spritzlochdurchmesser der Einspritzdüse, was die Gemischbildung in allen Betriebspunkten verbessert.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Druckübersetzers ist vorgesehen, dass der Druckübersetzer einen in einer Bohrung verschiebbaren Stufenkolben aufweist, dessen Stirnflächen jeweils einen Druckraum begrenzen, dass eine erste größere Stirnfläche des Stufenkolbens einen ersten, mit der Steuerleitung verbundenen Druckraum begrenzt, dass eine zweite, gegenüberliegende kleinere Stirnfläche des Stufenkolbens

- 3 -

einen zweiten, mit dem Hochdruckpfad verbundenen Druckraum begrenzt, dass eine der ersten Stirnfläche gegenüberliegende Ringfläche einen Steuerraum begrenzt, und dass zwischen den Einspritzungen der Druck in erstem  
5 Druckraum und Steuerraum gleich ist. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass sie trotz einfachen Aufbaus die erfindungsgemäßen Vorteile aufweist.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist  
10 vorgesehen, dass die erste Stirnfläche und die Ringfläche im Wesentlichen gleich groß sind, so dass die hydraulischen Kräfte auf den Stufenkolben zwischen den Einspritzungen vollständig ausgeglichen werden.

15 Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass der Steuerraum über eine Zulaufdrossel mit dem ersten Druckraum hydraulisch in Verbindung steht, so dass während der Einspritzung ein Druckausgleich zwischen erstem Druckraum und Steuerraum verhindert wird.

20 Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der Steuerraum über ein Steuerventil, insbesondere ein 2/2-Steuerventil druckentlastbar, so dass der Förderbeginn des Druckübersetzers durch Öffnen des Steuerventils  
25 steuerbar ist.

Eine weitere Variante sieht vor, dass eine Rückstellfeder in den ersten Druckraum eingespannt ist, die sich auf eine Anlage und einen Absatz des Stufenkolbens abstützt und in  
30 Abhängigkeit vom Druck in dem ersten Druckraum und vom Druck in dem Steuerraum den Stufenkolben zwischen den Einspritzungen an seinen pumpenseitigen Anschlag drückt, so dass nach Beendigung der Einspritzung der Stufenkolben  
unabhängig von den Herrschenden Drücken in seine  
35 Ausgangslage gebracht wird. Außerdem benötigt die Rückstellfeder nur wenig Einbauraum.

- 4 -

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist der Absatz lösbar mit dem Stufenkolben verbunden, so dass Herstellung und Montage vereinfacht werden.

5 Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist fließt der Kraftstoff aus dem ersten Druckraum über eine Ablaufdrossel in einen Leckölrücklauf fließt, so dass das Druckniveau im Leckölrücklauf mittelbar durch die Einspritzpumpe erzeugt wird.

10 Eine weitere Variante der Erfindung sieht vor, dass der zweite Druckraum aus dem Leckölrücklauf befüllt wird, und dass zwischen zweitem Druckraum und Leckölrücklauf ein Rückschlagventil angeordnet ist, das den Rückfluss von Kraftstoff vom zweiten Druckraum zum Leckölrücklauf sperrt,  
15 so dass die Befüllung einfach ist und zwischen den Einspritzungen nur ein niedriger Druck im zweiten Druckraum herrscht.

20 In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Druck im Leckölrücklauf geringer als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse ist, so dass die Einspritzdüse zwischen den Einspritzungen sicher schließt.

25 Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Stufenkolben zur Vereinfachung von Herstellung und Montage zweiteilig ausgeführt.

30 Eine Ausführung der Erfindung sieht vor, dass die Steuermenge des Steuerventils in den Leckölrücklauf abgeführt wird, so dass eine einfache hydraulische Schaltung erreicht wird.

35 Bei einer anderen Variante ist vorgesehen, dass der Steuerkolben in einer Hülse geführt wird, so dass die Führung des Stufenkolbens verbessert wird.

- 5 -

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

5 Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

10 Fig. 1: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems; und  
Fig. 2: eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Druckübersetzers

15 Fig. 1 zeigt schematisch ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Einspritzdüse 1 und einer Einspritzpumpe 3, die einen Hochdruck-Teil 5 aufweist. Der Hochdruck-Teil 5 steht über eine Steuerleitung 9 und einen Hochdruckpfad 10 mit der Einspritzdüse 1 in Wirkverbindung. Zwischen der  
20 Steuerleitung 9 und dem Hochdruckpfad 10 ist ein Druckübersetzer angeordnet.

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Druckübersetzer 11 dargestellt. Der Druckübersetzer 11 weist in einem Gehäuse 12 einen ersten Druckraum 13, einen zweiten Druckraum 15,  
25 einen ein- oder mehrteiligen Stufenkolben 17, der in einer Bohrung 18 geführt wird, sowie einen Stellerraum 19 auf.

Der erste Druckraum 13 und die in den ersten Druckraum 13 ragende Stirnfläche des Stufenkolbens 17 mit dem  
30 Durchmesser  $d_1$  bilden die Niederdruck-Seite des Druckübersetzers 11. Der zweite Druckraum 15 und die in den zweiten Druckraum 15 ragende Stirnfläche des Stufenkolbens 17 mit dem Durchmesser  $d_2$  bilden die Hochdruck-Seite des Druckübersetzers 11.

35 Der Stellerraum 19 wird von einer Ringfläche 20 des

- 6 -

Stufenkolbens 17 und einem Absatz in dem Gehäuse 12 des Druckübersetzers 11 in Längsrichtung begrenzt.

5 Zwischen den Einspritzungen ist ein mit dem Steuerraum 19  
verbundenes 2/2-Steuerventil 21 geschlossen. Erster  
Druckraum 13 und Steuerraum 19 sind durch eine  
Verbindungsleitung 23, die eine Zulaufdrossel 25 aufweist,  
verbunden, so dass bei geschlossenem Steuerventil 21 in den  
10 Räumen 13 und 19 der gleiche Druck herrscht. Über die in  
den ersten Druckraum 13 ragende Stirnfläche des  
Stufenkolbens 17 und die Ringfläche 20 findet ein Ausgleich  
der hydraulischen Kräfte statt. Der Ausgleich ist  
vollständig, wenn die Bedingung

$$\frac{d_1^2}{4} = \frac{d_2^2 - d_3^2}{4}$$

erfüllt ist. Eine leichte Überkompensation der auf die  
15 Stirnfläche des Stufenkolbens 17 wirkenden hydraulischen  
Kraft kann vorteilhaft sein.

Die Einspritzung wird ausgelöst, indem das Steuerventil 21  
geöffnet wird. Der in dem Steuerraum 19 befindliche  
20 Kraftstoff fließt durch das Steuerventil 21 in einen  
Leckölrücklauf 27. Die Zulaufdrossel 25 bewirkt, dass bei  
geöffnetem Steuerventil 21 der Druck im Steuerraum 19 unter  
den des ersten Druckraums 13 sinkt. In Folge dessen ist der  
Kraftausgleich zwischen der in den ersten Druckraum 13  
25 ragenden Stirnfläche des Stufenkolbens 17 und der  
Ringfläche 20 nicht mehr gegeben. Der Stufenkolben 17  
beginnt zu fördern.

Durch das Verhältnis der in den ersten Druckraum 13 und der  
30 in den zweiten Druckraum 15 ragenden Stirnflächen ist das  
Verhältnis der Drücke in erstem und zweitem Druckraum 13  
und 15 vorgegeben. Sobald der Druck im zweitem Druckraum 15

- 7 -

bzw. im Hochdruckpfad 10 den Öffnungsdruck der Einspritzdüse 1 überschreitet, öffnet die Einspritzdüse 1 und die Einspritzung beginnt.

5        Sobald das Steuerventil 21 wieder geschlossen wird, findet zwischen erstem Druckraum 13 und Steuerraum 21 wieder ein Druck- und Kraftausgleich statt, so dass der Stufenkolben 17 durch eine Rückstellfeder 29 in Richtung des ersten Druckraums 13 in die in Fig. 2 dargestellte Position bewegt  
10        wird. Sobald sich der Stufenkolben 17 in Richtung des ersten Druckraums 13 bewegt, bricht der Druck im zweiten Druckraum 15 zusammen und die Einspritzdüse 1 schließt.

15        Der zweite Druckraum 15 wird über eine mit Lecköldruck beaufschlagte Versorgungsleitung 31 gefüllt. In dieser Versorgungsleitung 31 ist ein Rückschlagventil 33 angeordnet. Das Rückschlagventil 27 kann federbelastet, wie in Fig. 2 dargestellt, oder ohne Feder ausgeführt sein und verhindert den Rückfluss von Kraftstoff während der  
20        Einspritzung. Der Lecköldruck liegt unterhalb des Öffnungsdrucks der Einspritzdüse 1.

25        Der Stufenkolben 17 wird mit seinem Durchmesser  $d_1$  von einer Hülse 35 geführt. Die Hülse 35 ist radial in dem Gehäuse 12 fixiert. In axialer Richtung sorgen ein Absatz 37 des Gehäuses 12 und eine Tellerfeder 39 für die Fixierung der Hülse 35. Das Gehäuse 12 kann entlang des Absatzes 37 geteilt sein, um Herstellung und Montierbarkeit des erfindungsgemäßen Druckübersetzers 11 zu erleichtern.  
30        Die Tellerfeder 39 verhindert ein "hartes" Aufsitzen des Stufenkolbens 17 auf seinem pumpenseitigen Anschlag.

35        Die Rückstellfeder 29 ist zwischen Hülse 35 und einem Absatz 41 des Stufenkolbens 17 eingespannt. In Fig. 2 ist eine Ausführungsform dargestellt bei der der Absatz 41 in den Stufenkolben 17 eingeschraubt ist. Es sind jedoch auch

- 8 -

andere Ausführungsformen denkbar.

Über eine Ablaufdrossel 43 fließt Kraftstoff aus dem ersten  
Druckraum 13 in den Leckölrücklauf. Über die Ablaufdrossel  
5 43 kann das Druckniveau des Leckölrücklaufs beeinflusst  
werden.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und  
der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln  
10 als auch in beliebiger Kombination miteinander  
erfindungswesentlich sein.

5

## Ansprüche

10 1. Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für  
Brennkraftmaschinen mit einer Einspritzdüse (1) und mit  
einer, einen Hochdruck-Teil (5) aufweisenden Einspritzpumpe  
(3), wobei der Hochdruck-Teil (5) der Einspritzpumpe (3)  
mit der Einspritzdüse (1) über eine, mit der Niederdruck-  
15 Seite des Druckübersetzers (11) verbundenen Steuerleitung  
(9) und einen, mit der Hochdruck-Seite des Druckübersetzers  
(11) verbundenen Hochdruckpfad (10) in Wirkverbindung  
steht, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Ausgleich  
(20) der zwischen den Einspritzungen auf die Niederdruck-  
20 Seite des Druckübersetzers (11) wirkenden hydraulischen  
Kraft vorhanden sind.

2. Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer (11) einen in  
25 einer Bohrung (18) verschiebbaren Stufenkolben (17)  
aufweist, dessen Stirnflächen jeweils einen Druckraum  
begrenzen, dass eine erste größere Stirnfläche des  
Stufenkolbens (17) einen ersten, mit der Steuerleitung (9)  
verbundenen Druckraum (13) begrenzt, dass eine zweite,  
30 gegenüberliegende kleinere Stirnfläche des Stufenkolbens  
(17) einen zweiten, mit dem Hochdruckpfad (10) verbundenen  
Druckraum (15) begrenzt, dass eine der ersten Stirnfläche  
gegenüberliegende Ringfläche (20) einen Stellerraum (19)  
begrenzt, und dass zwischen den Einspritzungen der Druck in  
35 erstem Druckraum (13) und Stellerraum (19) gleich ist.

- 10 -

3. Druckübersetzer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Stirnfläche und die Ringfläche (20) im Wesentlichen gleich groß sind.
- 5 4. Druckübersetzer nach einem Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (19) über eine Zulaufdrossel (25) mit dem ersten Druckraum (13) hydraulisch in Verbindung steht.
- 10 5. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (19) über ein Steuerventil (21), insbesondere ein 2/2-Steuerventil (21) druckentlastbar ist.
- 15 6. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückstellfeder (29) in den ersten Druckraum (13) eingespannt ist, die sich auf eine Anlage (35) und einen Absatz (41) des Stufenkolbens (17) abstützt und in Abhängigkeit vom Druck in dem ersten  
20 Druckraum (13) und vom Druck in dem Steuerraum (19) den Stufenkolben (17) zwischen den Einspritzungen an seinen pumpenseitigen Anschlag drückt.
7. Druckübersetzer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass der Absatz (41) lösbar mit dem Stufenkolben (17) verbunden ist.
8. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem ersten Druckraum (13)  
30 über eine Ablaufdrossel (43) Kraftstoff in einen Leckölrücklauf (27) fließt.
9. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 8,  
35 dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Druckraum (15) aus dem Leckölrücklauf (27) befüllt wird, und dass zwischen zweitem Druckraum (15) und Leckölrücklauf (27) ein

- 11 -

Rückschlagventil (33) angeordnet ist, das den Rückfluss von Kraftstoff vom zweiten Druckraum (15) zum Leckölrücklauf (27) sperrt.

5 10. Druckübersetzer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Leckölrücklauf (27) geringer als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse (1) ist.

10 11. Druckübersetzer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stufenkolben (17) zweiteilig ausgeführt ist.

15 12. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermenge des Steuerventils (21) in den Leckölrücklauf (27) abgeführt wird.

20 13. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (17) in einer Hülse (35) geführt wird.

