

(19)



(11)

**EP 1 599 670 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.03.2008 Patentblatt 2008/12**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **03816024.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2003/002790**

(22) Anmeldetag: **21.08.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/076850 (10.09.2004 Gazette 2004/37)**

(54) **SACKLOCH- UND SITZLOCH-EINSPRITZDÜSE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM ÜBERGANGSKEGEL ZWISCHEN SACKLOCH UND DÜSENNADELSITZ**

BLIND HOLE AND SEAT HOLE INJECTION NOZZLE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, COMPRISING A TRANSITION CONE BETWEEN THE BLIND HOLE AND THE NOZZLE NEEDLE SEAT

BUSE D'INJECTION A TROU BORGNE ET A SIEGE PERFORE DESTINEE A UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET PRESENTANT UN CONE DE TRANSITION ENTRE LE TROU BORGNE ET LE SIEGE D'AIGUILLE DE BUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

• **ARLETH, Heidi**  
**96194 Walsdorf (DE)**

(30) Priorität: **25.02.2003 DE 10307873**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 283 154 DE-A- 3 014 958**  
**DE-A- 19 820 513 DE-A- 19 931 761**  
**DE-C- 932 209**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.11.2005 Patentblatt 2005/48**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 01, 29. Januar 1999 (1999-01-29) & JP 10 281041 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 20. Oktober 1998 (1998-10-20)**  
 • **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 14, 5. März 2001 (2001-03-05) & JP 2000 320429 A (DENSO CORP), 21. November 2000 (2000-11-21)**

(72) Erfinder:  
 • **ROTH, Wilfried**  
**96123 Litzendorf (DE)**

**EP 1 599 670 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einer Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen mit einem, mindestens ein Spritzloch aufweisenden Sackloch beziehungsweise eine Sitzloch-Einspritzdüse und mit einem an das Sackloch anschließenden Düsennadelsitz.

**[0002]** Sackloch-Einspritzdüsen der gattungsgemäßen Art weisen vor allem im Teilhubbereich der Düsennadel eine große Streuung des Strömungswiderstands und damit auch der eingespritzten Kraftstoffmenge auf. In Folge dessen ist das Emissions- und Verbrauchsverhalten vieler der mit diesen Sackloch-Einspritzdüsen ausgerüsteten Brennkraftmaschinen nicht optimal.

**[0003]** Aus der DE 199 31 761.5 ist eine Sackloch-Einspritzdüse bekannt bei der durch Verrunden des Übergangs zwischen Sackloch und Düsennadelsitz die Streuung des Strömungswiderstandes im Teilhubbereich reduziert wird.

**[0004]** Aus der DE 196 09 218 A1 ist eine Sackloch-Einspritzdüse bekannt bei der zwischen Sackloch und Düsennadelsitz ein zylindrischer Ringsteg ausgebildet ist.

**[0005]** Aus der DE 932 209 C ist eine Einspritzdüse bekannt bei der die den Ventilsitz einschließenden Flächen vor dem Ventilsitz und hinter dem Ventilsitz eine Winkeldifferenzen von über 10 Grad aufweisen. Die große Winkeldifferenz führt unter anderem dazu, dass während des Betriebs der Einspritzdüse im Bereich der Kontaktzone zwischen Düsennadel und Düsennadelsitz erhebliche Verformungen stattfinden. Durch diese Verformungen ändert sich das Betriebsverhalten der Einspritzdüse relativ stark mit zunehmender Betriebsdauer.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** Bei einer erfindungsgemäße Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist ein Abstand zwischen der Schnittkante und dem Grund des Sackloches kleiner ist als ein Abstand zwischen einer Kontaktzone von Düsennadelsitz und einer Düsennadel einerseits und dem Grund des Sackloches andererseits, und ist ein mit dem Düsennadelsitz zusammenwirkendes Ende einer Düsennadel kegelstumpfförmig ausgebildet. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird der im Teilhub vorhandene kegelstumpfförmige Ringspalt zwischen Düsennadel und Düsennadelsitz stark verkürzt, so dass sich dessen Strömungswiderstand stark verringert. Dadurch sinkt der Anteil des Strömungswiderstands dieses kegelstumpfförmigen Ringspalts am Gesamtströmungswiderstand der Einspritzdüse während des Einspritzvorgangs im Teilhubbereich der Brennkraftmaschine. Im Ergebnis wirken sich somit Streuungen des Strömungswiderstands des kegelstumpfförmigen Spalts weniger stark auf das Ein-

spritzverhalten der Einspritzdüse aus. Dadurch werden die Streuungen des Betriebsverhaltens der Einspritzdüsen bei der Serienproduktion verringert. Die Einspritzdüsen einer Großserie verhalten sich nahezu identisch im Teilhubbereich, so dass die Ansteuerung dieser Einspritzdüsen durch ein mit vorgegebenen Parametern programmiertes Steuergerät zu exakt vorhersehbaren und gleich großen Einspritzmengen führt.

**[0007]** Dies führt im Ergebnis zu einer Verbesserung des Verbrauchs- und Emissionsverhaltens der Brennkraftmaschine sowie einer Verbesserung des Rundlaufs der Brennkraftmaschine insbesondere im Teillastbereich.

**[0008]** Durch die Verkürzung des Ringspalts zwischen Düsennadelsitz und Düsennadel wird auch der Einfluss der Oberflächenrauigkeit des Düsennadelsitzes beziehungsweise der Düsennadel auf den Strömungswiderstand im Teilhubbereich der Düsennadel aus den gleichen Gründen verringert. Somit können die Anforderungen an die zu bearbeitenden Oberflächen, falls gewünscht, herabgesetzt werden und somit Kosten bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Einspritzdüse eingespart werden.

**[0009]** Die Verkürzung des Ringspaltes führt mit den beiden begrenzenden Winkeln an der Nadel und durch den erfindungsgemäßen Verlauf des Düsenkörperwinkels zu einer Verschleißgrenze beim Einarbeiten der Nadel in den Körper.

**[0010]** Schließlich kann durch Messen des Betriebsverhaltens einer erfindungsgemäßen Sacklocheinspritzdüse das Betriebsverhalten aller anderen bauartgleichen Sacklocheinspritzdüsen mit wesentlich größerer Genauigkeit vorhergesagt werden und die Steuerung des Einspritzvorgangs entsprechend optimiert werden. Der Übergang kann nicht nur als Übergangskegel, sondern auch kurvenförmig angelegt sein.

**[0011]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Kegelwinkel des Übergangskegels in etwa der Winkelhalbierenden zwischen dem Sackloch und dem Düsennadelsitz entspricht. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Übergangs zwischen Sackloch und Düsennadelsitz sowohl bei Einspritzdüsen mit konischem als auch mit zylindrischem Sackloch eingesetzt werden.

**[0012]** Des Weiteren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Düsennadelsitz kegelstumpfförmig, insbesondere mit einem Kegelsitz von etwa 60°, ausgeführt ist, da sich dann eine gute Dichtwirkung und eine gute Zentrierung der Düsennadel im Düsennadelsitz ergibt.

**[0013]** Es ist vorgesehen, dass ein mit dem Düsennadelsitz zusammenwirkendes Ende einer Düsennadel kegelstumpfförmig ausgebildet ist, wobei in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der Kegelwinkel bis zu 1°, vorzugsweise 15 Winkelminuten - 30 Winkelminuten, größer als der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes ist, so dass die Dichtfläche verkleinert und in den Bereich des größten Durchmessers der Düsennadel verlegt wird.

**[0014]** Alternativ kann das mit dem Düsennadelsitz zu-

sammenwirkende Ende der Düsennadel doppelt kegelmäßig ausgebildet sein. In diesem Fall ist der Düsennadelsitz dort, wo die beiden Kegelmäßigkeiten aneinander anschließen.

**[0015]** Das oder die Sacklöcher der erfindungsgemäßen Einspritzdüse können als Mini-Sackloch oder Mikro-Sackloch oder Sitzloch ausgebildet sein.

**[0016]** Auch bei Sitzloch-Einspritzdüsen kann die erfindungsgemäße Ausgestaltung mit Erfolg eingesetzt werden.

**[0017]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

**[0018]** Es zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse im Schnitt,
- Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse,
- Figur 3 eine Kennlinie des hydraulischen Durchmessers der Einspritzdüse über dem Hub der Düsennadel und
- Figur 4 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems für eine Brennkraftmaschine.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0019]** In Figur 1 ist eine Einspritzdüse 1 mit einem konischen Sackloch 2 im Schnitt dargestellt. Dabei ist in der linken Hälfte der Figur 1 eine Einspritzdüse nach dem Stand der Technik dargestellt, während auf der rechten Seite von Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt ist.

**[0020]** Nachfolgend wird zunächst die linke Hälfte der Figur 1 beschrieben und anschließend die erfindungsgemäßen Unterschiede erläutert.

**[0021]** Das Sackloch 2 kann auch zylindrisch sein oder es kann um als Mini- oder Mikrosackloch 2 ausgeführt werden. Die Spritzlöcher können auch in einem Düsennadelsitz 4 angeordnet sein. Bei letztgenanntem ist das Volumen des Sacklochs 2 gegenüber der in Figur 1 dargestellten Bauart verringert. Dadurch verdunstet bei abgestellter Brennkraftmaschine weniger Kraftstoff in den Brennraum.

**[0022]** Über ein Spritzloch 3 gelangt der nicht dargestellte Kraftstoff aus dem Sackloch 2 in den ebenfalls nicht dargestellten Brennraum der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt). An das konische Sackloch 2 schließt sich ein kegelmäßig ausgebildeter Düsennadelsitz 4 an. Der Düsennadelsitz 4 kann einen Kegelwinkel von beispielsweise 60 ° haben.

**[0023]** An dem Düsennadelsitz 4 liegt eine Düsennadel 5 auf. In Figur 1 ist deutlich zu erkennen, dass der

Kegelwinkel der Düsennadel 5 größer als der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes ist. Dadurch liegt die Kontaktzone 6 zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 im Bereich des größten Durchmessers der Düsennadel 5 und die Flächenpressung zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 wird erhöht. Die Differenz der Kegelwinkel von Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 ist in Figur 1 übertrieben dargestellt. In der Regel ist diese Differenz kleiner als 1 und bewegt sich im Bereich von beispielsweise 15 Winkelminuten bis 30 Winkelminuten.

**[0024]** Auf der linken Seite von Figur 1 ist ein Übergang zwischen Sackloch 2 und Düsennadelsitz 4 nach dem Stand der Technik als Kante 7 dargestellt. Diese Kante 7 entsteht beim Schleifen des Düsennadelsitzes 4. Je nach Art der Bearbeitung kann die Kante 7 ein scharfer Grad oder eine glatte Kante sein. Der Strömungswiderstand der Kante 7 wird wesentlich von der Beschaffenheit derselben beeinflusst.

**[0025]** Auf der rechten Seite von Figur 1 ist der Übergang zwischen Sackloch 2 und Düsennadelsitz 4 anders gestaltet. Zwischen Düsennadelsitz 4 und Sackloch 2 ist ein Übergangskegel 8 ausgebildet. Dieser Übergangskegel 8 führt dazu, dass der in Figur 1 unterhalb der Kontaktzone 6 liegende Teil des Düsennadelsitzes 4 verkürzt wird. Die Länge des unterhalb der Kontaktzone 6 liegenden Teils des Düsennadelsitzes 4 ist in Figur 1 (rechte Seite) mit "x" bezeichnet. An den Düsennadelsitz 4 schließt sich auf der rechten Seite von Figur 1 der bereits erwähnte Übergangskegel 8 an, der anschließend in das Sackloch 2 übergeht.

**[0026]** Bei einer Sacklochdüse nach dem Stand der Technik, wie sie in Figur 1 auf der linken Seite dargestellt ist, ist die Länge des Düsennadelsitzes 4 unterhalb der Kontaktzone 6 deutlich größer. Sie ist in Figur 1 mit "y" bezeichnet.

**[0027]** Wenn nun die Düsennadel in Richtung eines Düsennadelhubs 9 vom Düsennadelsitz abhebt, entsteht bei der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 ein schmaler kegelmäßig ausgebildeter Ringspalt zwischen Düsennadelsitz 4 und der Düsennadel 5. Der kegelmäßig ausgebildete Ringspalt (nicht dargestellt) hat bei einer Düsennadel nach dem Stand der Technik die Länge "y", während er bei einer erfindungsgemäßen Sacklocheinspritzdüse 1 nur eine Länge "x" hat, wobei "x" kleiner als "y" ist. Die Maße x, y sind jedoch bezüglich des Verhältnisses variabel; oder und je nach Anforderungen in Abhängigkeit der Prüfpunkte des Einspritzsystems ausgelegt werden.

**[0028]** Wegen der gegenüber dem Stand der Technik stark verkürzten Länge des kegelmäßig ausgebildeten Spalts zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 im Teilhub ist naturgemäß auch der Strömungswiderstand dieses kegelmäßig ausgebildeten Ringspalts einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 sehr viel kleiner als bei einer Düsennadel nach dem Stand der Technik. Infolgedessen ist der Einfluss des Strömungswiderstands dieses kegelmäßig ausgebildeten Ringspalts im Teilhub auf das Einspritzverhalten einer erfindungsgemäß ausgestalteten Ein-

spritzdüse 1 mit einem Übergangskegel 8 sehr viel kleiner. Deshalb ist die Streuung des Betriebsverhaltens von Einspritzdüsen 1, die erfindungsgemäß mit einem Übergangskegel 8 ausgestattet sind, untereinander sehr viel kleiner.

**[0029]** Die Folgen der Streuung des Strömungswiderstands von Einspritzdüsen 1 werden nachfolgend anhand des in Figur 3 dargestellten Diagramms veranschaulicht.

**[0030]** Das oder die Spritzlöcher 3 können auch im Düsennadelsitz 4 oder im Übergangskegel 8 (beides nicht dargestellt) angeordnet sein.

**[0031]** In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt. Der wesentliche Unterschied zu dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel gemäß der rechten Seite der Figur 1 besteht darin, dass das mit dem Düsennadelsitz 4 zusammenwirkende Ende der Düsennadel 5 als Doppelkegel ausgeführt ist. Ein erster Kegel 15 wird gefolgt von einem zweiten Kegel 16. Dabei ist der Kegelwinkel des ersten Kegels 15 kleiner als der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes 4 und der Kegelwinkel des zweiten Kegels 16 größer als der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes 4. Im Ergebnis führt dies dazu, dass die Kontaktzone 6 zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 dort ist, wo der erste Kegel 15 in den zweiten Kegel 16 übergeht. Dieser Übergangsbereich ist in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 17 versehen worden. Infolgedessen wird die Länge x des kegelstumpfförmigen Ringspalts zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 bei diesem Ausführungsbeispiel gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel (siehe rechte Seite von Figur 1) nochmals verkürzt. Dadurch sinkt der Einfluss des Strömungswiderstands des Ringspalts zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 im Teilhub der Einspritzdüse 1 auf die Streuung des Strömungswiderstands nochmals, was das Betriebsverhalten einer Brennkraftmaschine, die mit den erfindungsgemäßen Einspritzdüsen 1 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgerichtet ist, nochmals an.

**[0032]** Der Übergangskegel 8 kann durch Schleifen, Senken, Prägen oder ein anderes spanendes oder spanloses Bearbeitungsverfahren einfach und kostengünstig hergestellt werden.

**[0033]** Im Betrieb wird sich die Düsennadel 5 im Bereich der Kontaktzone 6 etwas in den Düsennadelsitz 4 einarbeiten, indem sie den Düsennadelsitz 4 plastisch verformt und etwas Material vom Düsennadelsitz 4 abträgt und/oder verdrängt. Infolgedessen verkürzt sich die Länge "x" des Ringspalts zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 mit zunehmender Betriebsdauer der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1. Wenn die Länge "x" gleich null geworden ist, das heißt, wenn sich die Kontaktzone 6 an den Übergang zwischen Düsennadelsitz 4 und Übergangskegel 8 verlagert hat, ist die Verschleißgrenze der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 erreicht.

**[0034]** Nachfolgend werden anhand des in Figur 3 dargestellten Diagramms die Vorteile der erfindungsgemä-

ßen Gestaltung des Übergangs zwischen Düsennadelsitz 4 und Sackloch 2 erläutert.

**[0035]** In Figur 3 ist der hydraulische Durchmesser 10 einer Sackloch-Einspritzdüse 1 über dem Düsennadelhub 9 qualitativ aufgetragen. Der hydraulische Durchmesser 10 ist eine Größe mittels derer beliebige durchströmte Querschnitte hinsichtlich ihres Strömungswiderstands vergleichbar gemacht werden. Als Bezugsgröße dient der Strömungswiderstand eines Rohrs mit kreisförmigem Querschnitt. Ein Querschnitt mit großem hydraulischen Durchmesser hat einen geringen Strömungswiderstand und umgekehrt.

**[0036]** In Figur 3 wurde der Düsennadelhub 9 in zwei Bereiche eingeteilt. Ein erster Bereich erstreckt sich von Null bis "a", der zweite, nachfolgend als Teilhubbereich bezeichnete Bereich erstreckt sich von "a" bis "b". Bei "c" ist der volle Düsennadelhub erreicht.

**[0037]** Wenn eine geschlossene Einspritzdüse 1, bei der die Düsennadel 5 auf dem Düsennadelsitz 4 aufliegt, geöffnet wird, ergibt sich bei sehr kleinem Düsennadelhub 9 im Bereich der Kontaktzone 6 ein sehr schmaler Spalt, durch den der unter Druck stehende Kraftstoff in das Sackloch 2 strömen kann. Dieser sehr schmale Spalt bestimmt den Strömungswiderstand der Einspritzdüse 1 und die Nadelstabilität im Düsenkörper; d. h. die Verhinderung von Flattern der Nadel; maßgeblich und legt damit auch den hydraulischen Durchmesser 10 fest. Da der Strömungswiderstand dieses sehr schmalen Spalts groß ist, ist der hydraulische Durchmesser 10 der Einspritzdüse 1 bei sehr kleinem Düsennadelhub 9 sehr klein.

**[0038]** Im Teilhubbereich zwischen "a" und "b" wird der Strömungswiderstand der Einspritzdüse 1 maßgeblich von der Länge des kegelstumpfförmigen Ringspaltes zwischen Düsennadel 5 und Düsennadelsitz 4 bestimmt. Die Länge dieses Ringspaltes ist, in den Fig. 1 und 2 mit "x" bei einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 und mit "y" bei einer Einspritzdüse 1 nach dem Stand der Technik bezeichnet. Damit ist die Länge "x" im Teilhubbereich 1 auch für den hydraulischen Durchmesser 10 der Einspritzdüse 1 von großer Bedeutung. Das bedeutet, dass beispielsweise Änderungen der Oberflächenrauigkeit des Düsennadelsitzes 4 oder des kegelstumpfförmigen Endes der Düsennadel 5 bei großer Länge "x" einen großen Einfluss auf die Streuung des hydraulischen Durchmessers 10 haben. In Folge dessen ändert sich die Kennlinie 11 der Einspritzdüse 1 vor allem im Teilhubbereich zwischen "a" und "b".

**[0039]** Im Bereich des vollen Düsennadelhubs "c" ist das Spritzloch 3 der Einspritzdüse 1 maßgeblich für den hydraulischen Durchmesser der Einspritzdüse 1.

**[0040]** In Figur 3 wurden andeutungsweise die Auswirkungen verschiedener Oberflächenrauigkeiten im Bereich des kegelstumpfförmigen Ringspaltes zwischen Düsennadelsitz 4 und Düsennadel 5 auf den hydraulischen Durchmesser im Teilhubbereich durch die Kennlinien 11, 12 und 13 dargestellt. Die gestrichelt dargestellte Kennlinie 12 repräsentiert eine Einspritzdüse 1 bei der der Ringspalt im Vergleich zu der Kennlinie 11 einen

größeren hydraulischen Durchmesser hat und demzufolge geringere Drosselverluste aufweist. Die gestrichelt dargestellte Kennlinie 13 zeigt die Auswirkungen eines Ringspalts, welcher relativ zu der Kennlinie 11 in Figur 3 eine stärkere Drosselwirkung hat.

**[0041]** Bei in Serie gefertigten Brennkraftmaschinen wird das Kennfeld der Brennkraftmaschine und des zugehörigen Einspritzsystems anhand eines oder mehrerer ausgewählter Referenz-Einspritzdüsen 1 durch Messungen ermittelt. Die solcherart ermittelten Kennfelder werden allen bauartgleichen Einspritzsystemen zugrundegelegt.

**[0042]** Im Folgenden wird angenommen, dass die Kennlinie 11 eine gemessene Kennlinie einer Referenz-Einspritzdüse ist, und dass diese Kennlinie 11 in dem Steuergerät des Einspritzsystems abgespeichert ist. Weiter wird unterstellt, dass zwei der Serienfertigung entnommene Einspritzdüsen 1 die Kennlinien 12 und 13 haben. Wenn nun die Einspritzdüsen 1 mit den Kennlinien 12 und 13 mit einer Steuergerät zusammenwirken, in dem die Kennlinie 11 abgespeichert ist, dann stimmt die tatsächliche Einspritzmenge im Teilhubbereich nicht mit der bei den Testexemplaren gemessenen optimalen Einspritzmenge gemäß der Kennlinie 11 überein, so dass die Leistung und/oder das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine verschlechtert wird.

**[0043]** Im Umkehrschluss kann man sagen, dass durch das erfindungsgemäße Verkürzen der Länge "x" des kegelstumpfförmigen Ringspalts im Teilhub durch den Übergangskegel 8 die Streuung der Kennlinien 11, 12 und 13 verringert wird. Damit wird die Übereinstimmung zwischen der im Steuergerät abgespeicherten Kennlinie 11 und der Kennlinien 12 und 13 von zwei der Serienfertigung entnommenen Einspritzdüsen deutlich verbessert. Die Übereinstimmung kann beispielsweise um den Faktor 2 bis 3 verbessert werden. In Folge dessen entspricht die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge genau der von dem Steuergerät vorgegebenen Einspritzmenge und das Verbrauchs- und Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine ist optimal.

**[0044]** Anhand der Figur 4 wird nachfolgend erläutert, wie die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 in eine Kraftstoffeinspritzanlage 102 einer Brennkraftmaschine integriert ist. Die Kraftstoffeinspritzanlage 102 umfasst einen Kraftstoffbehälter 104, aus dem Kraftstoff 106 durch eine elektrische oder mechanische Kraftstoffpumpe 108 gefördert wird. Über eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 110 wird der Kraftstoff 106 zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 111 gefördert. Von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 111 gelangt der Kraftstoff 106 über eine Hochdruck-Kraftstoffleitung 112 zu einem Common-Rail 114. An dem Common-Rail 114 sind mehrere erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzdüsen 1 angeschlossen, die den Kraftstoff 106 direkt in Brennräume 118 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine einspritzen.

**[0045]** Die erfindungsgemäße Einspritzdüse kann in verschiedensten Einspritzanlage 102 und in verschiedenen Bauformen eingesetzt werden. Ihre Vorteile treten be-

sonders bei Hochdruck-Kraftstoffeinspritzanlagen mit Einspritzdrücken > 1600 bar zu Tage.

## 5 Patentansprüche

1. Einspritzdüse (1) für Brennkraftmaschinen mit einem, mindestens ein Spritzloch (3) aufweisenden Sackloch (2) und mit einem an das Sackloch (2) anschließenden Düsennadelsitz (4), wobei zwischen Sackloch (3) und Düsennadelsitz (4) ein Übergangskegel (8) vorhanden ist, wobei der Düsennadelsitz (4) und der Übergangskegel (8) eine Schnittkante bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand zwischen der Schnittkante und dem Grund des Sackloches (2) kleiner ist als ein Abstand zwischen der Kontaktzone (6) von Düsennadelsitz (4) und einer Düsennadel (5) einerseits und dem Grund des Sackloches (2) andererseits, und dass ein mit dem Düsennadelsitz (4) zusammenwirkendes Ende einer Düsennadel (5) kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
2. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kegelwinkel ( $\alpha$ ) des Übergangskegels (8) in etwa der Winkelhalbierenden zwischen dem Sackloch (2) und dem Düsennadelsitz (4) entspricht.
3. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sackloch (2) konisch ist.
4. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sackloch (2) zylindrisch ist.
5. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Düsennadelsitz (4) kegelstumpfförmig ist.
6. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes (4)  $60^\circ$  beträgt.
7. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit dem Düsennadelsitz (4) zusammenwirkendes Ende der Düsennadel (5) doppelt kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
8. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kegelwinkel einer Düsennadel (5) bis zu einem Grad, vorzugsweise 15 bis 30 Winkelminuten, größer als der Kegelwinkel des Düsennadelsitzes (4) ist.
9. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Sackloch (2) ein Mini-Sackloch oder ein Mikro-Sackloch ist.

10. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang zwischen Spritzloch (3) und Sackloch (2) abgerundet ist.
11. Einspritzdüse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Spritzloch (3) im Düsennadelsitz (4) oder im Übergangskegel (8) angeordnet ist.

### Claims

1. Injection nozzle (1) for internal combustion engines having a blind hole (2) which has at least one spray hole (3) and having a nozzle needle seat (4) which adjoins the blind hole (2), with a transition cone (8) being provided between the blind hole (3) and the nozzle needle seat (4), with the nozzle needle seat (4) and the transition cone (8) forming a cutting edge, **characterized in that** a spacing between the cutting edge and the base of the blind hole (2) is smaller than a spacing between the contact zone (6) of the nozzle needle seat (4) and a nozzle needle (5) on the one hand and the base of the blind hole (2) on the other hand, and **in that** an end, which interacts with the nozzle needle seat (4), of a nozzle needle (5) is formed in the shape of a truncated cone.
2. Injection nozzle (1) according to Claim 1, **characterized in that** a cone angle () of the transition cone (8) corresponds approximately to the angle bisector between the blind hole (2) and the nozzle needle seat (4).
3. Injection nozzle (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the blind hole (2) is conical.
4. Injection nozzle (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the blind hole (2) is cylindrical.
5. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle needle seat (4) is in the shape of a truncated cone.
6. Injection nozzle (1) according to Claim 5, **characterized in that** the cone angle of the nozzle needle seat (4) is 60°.
7. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** that end of the nozzle needle (5) which interacts with the nozzle needle seat (4) is formed in the shape of a double truncated cone.

8. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a cone angle of a nozzle needle (5) is up to one degree, preferably 15 to 30 angular minutes, greater than the cone angle of the nozzle needle seat (4).

9. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the blind hole (2) is a mini blind hole or a micro blind hole.

10. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the transition between the spray hole (3) and blind hole (2) is rounded.

11. Injection nozzle (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one spray hole (3) is arranged in the nozzle needle seat (4) or in the transition cone (8).

### Revendications

1. Buse d'injection (1) pour moteurs à combustion interne, comprenant un trou borgne (2) présentant au moins un orifice d'injection (3), et un siège d'aiguille de buse (4) rattaché au trou borgne (2), avec entre le trou borgne (3) et le siège d'aiguille de buse (4), un cône de transition (8), le siège d'aiguille de buse (4) et le cône de transition (8) formant une arête de coupe, **caractérisée en ce qu'** une distance entre l'arête de coupe et le fond du trou borgne (2) est inférieure à une distance entre la zone de contact (6) du siège d'aiguille de buse (4) avec une aiguille de buse (5) d'une part, et le fond du trou borgne (2) d'autre part, et une extrémité d'une aiguille de buse (5) coopérant avec le siège d'aiguille de buse (4) est configurée en forme de tronc de cône.
2. Buse d'injection (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'** un angle de cône () du cône de transition (8) correspond approximativement à la bissectrice entre le trou borgne (2) et le siège d'aiguille de buse (4).
3. Buse d'injection (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le trou borgne (2) est conique.
4. Buse d'injection (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le trou borgne (2) est cylindrique.
5. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le siège d'aiguille de buse (4) est en forme de tronc de cône.

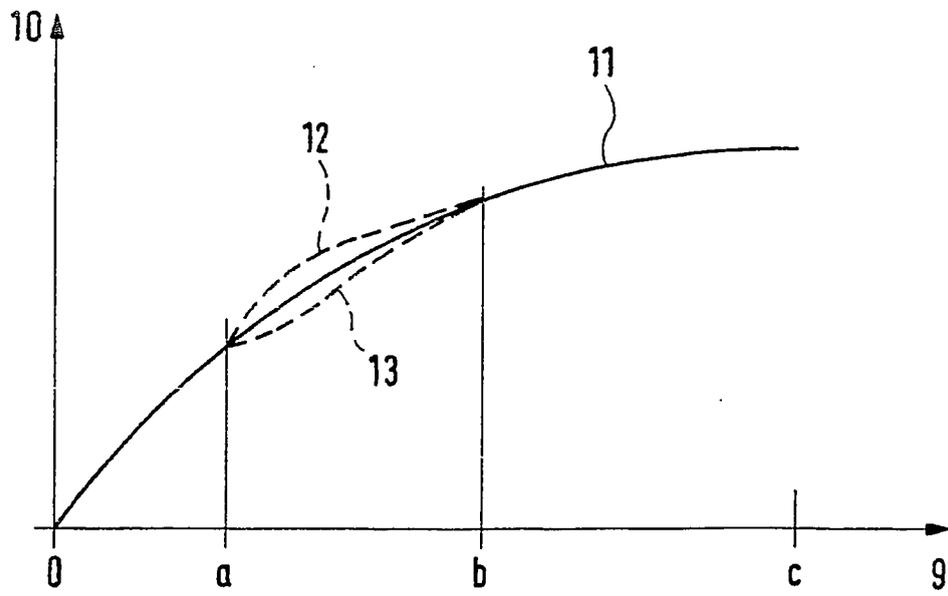
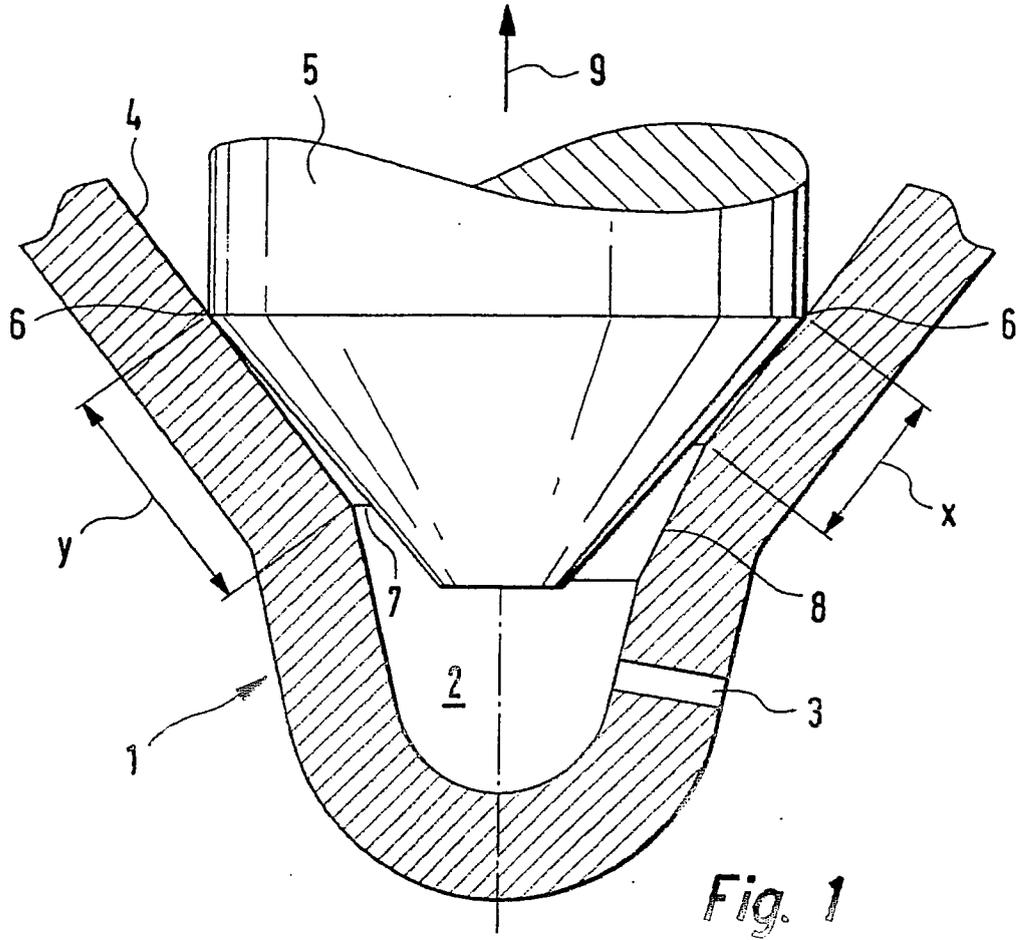
6. Buse d'injection (1) selon la revendication 5,  
**caractérisée en ce que**  
 l'angle de cône du siège d'aiguille de buse (4) est  
 égal à 60°. 5
7. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications  
 précédentes,  
**caractérisée en ce que**  
 l'extrémité de l'aiguille de buse (5) coopérant avec  
 le siège d'aiguille de buse (4) est en forme de double 10  
 tronç de cône.
8. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications  
 précédentes,  
**caractérisée en ce qu'** 15  
 un angle de cône d'une aiguille de buse (5), jusqu'à  
 un certain degré, de préférence de 15 à 30 minutes  
 angulaires, est supérieur à l'angle de cône du siège  
 d'aiguille de buse (4). 20
9. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications  
 précédentes,  
**caractérisée en ce que**  
 le trou borgne (2) est un mini-trou borgne ou un mi- 25  
 cro-trou borgne.
10. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications  
 précédentes,  
**caractérisée en ce que**  
 la transition entre l'orifice d'injection (3) et le trou 30  
 borgne (2) est arrondie.
11. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications  
 précédentes,  
**caractérisée en ce que** 35  
 l'au moins un orifice d'injection (3) est disposé dans  
 le siège d'aiguille de buse (4) ou dans le cône de  
 transition (8). 40

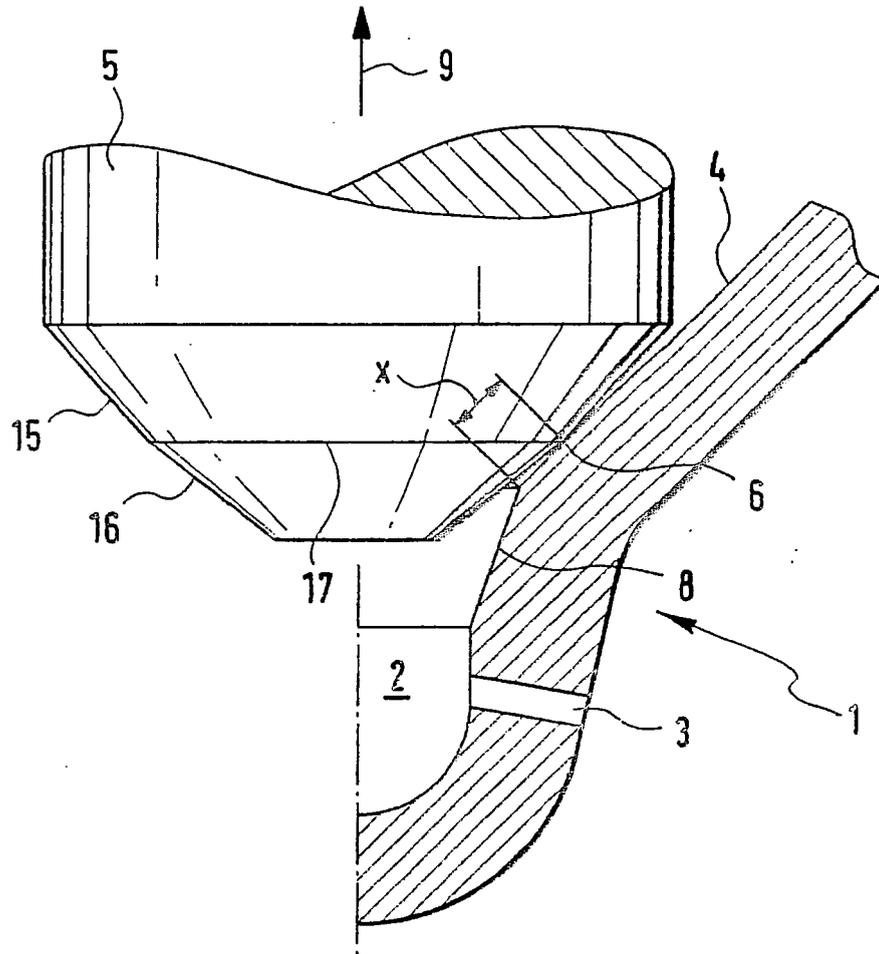
40

45

50

55





*Fig. 2*

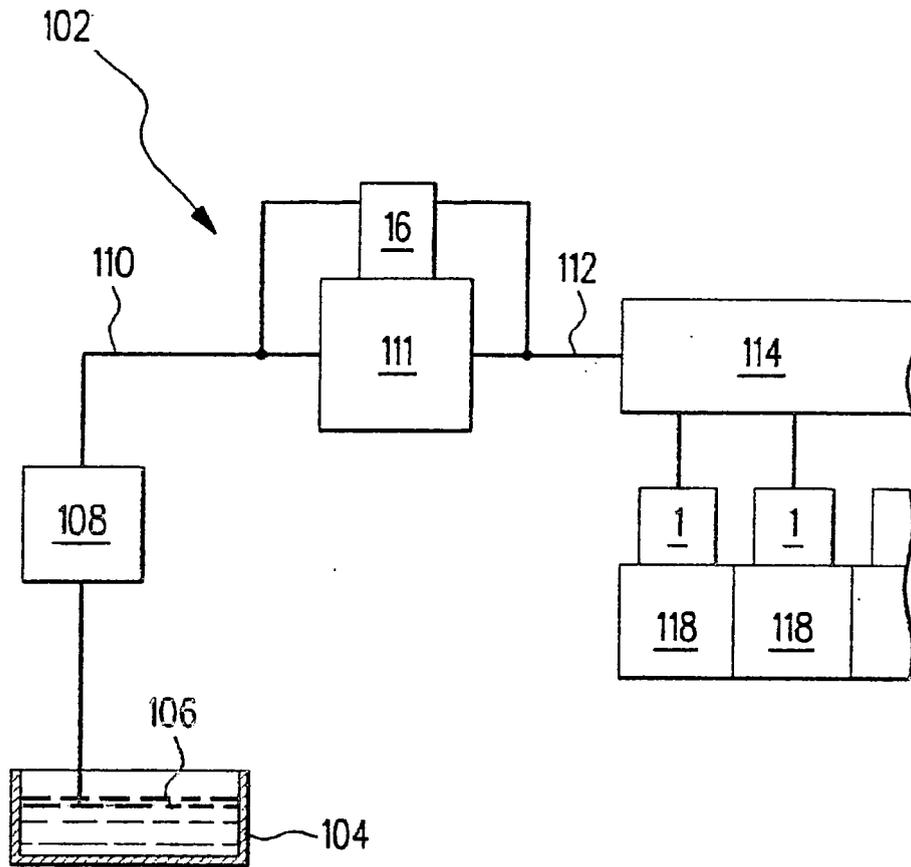


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19931761 [0003]
- DE 19609218 A1 [0004]
- DE 932209 C [0005]