



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 566 539 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.08.2005 Patentblatt 2005/34

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**, F02M 61/04,
F02M 61/16

(21) Anmeldenummer: **05405036.4**

(22) Anmeldetag: **25.01.2005**

(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:
• **Imhasly, David**
8400 Winterthur (CH)
• **Heim, Klaus**
8604 Volketswil (CH)
• **Alder, Roland**
8404 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **23.02.2004 EP 04405099**

(71) Anmelder: **Wärtsilä Schweiz AG**
8401 Winterthur (CH)

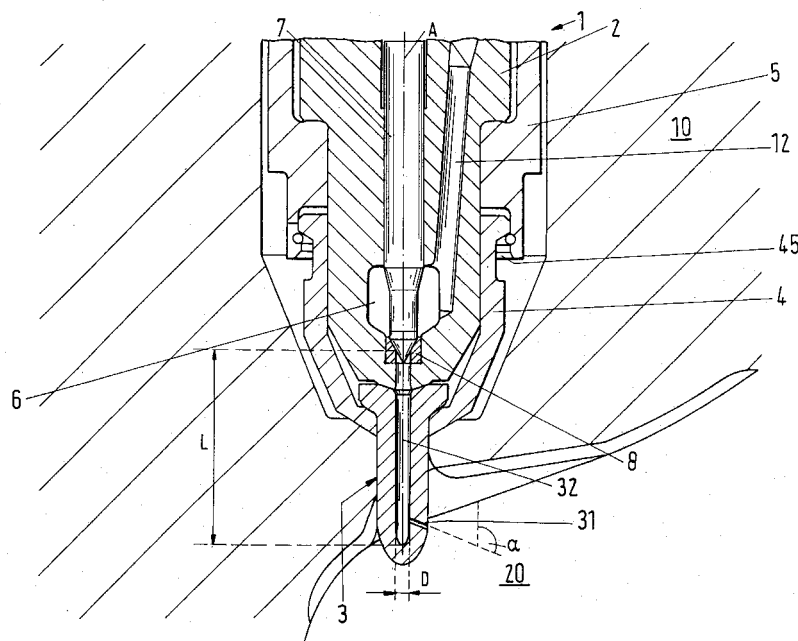
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067,
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

(54) **Brennstoffeinspritzdüse**

(57) Es wird eine Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Grossdieselmotor vorgeschlagen mit einem Düsenkörper (2) und einem mit dem Düsenkörper (2) verbundenen Düsenkopf (3), mit einer im Innern des Düsenkörpers (2) angeordneten Düsennadel (7), deren Ende mit einem Ventilsitz (8) derart zusammenwirkt, dass die Düsennadel (7) in einer Offenstellung einen Durchlass für den Brennstoff am Ventilsitz (8) freigibt und in einer Schliessstellung den Durchlass verschliesst, mit einer

Längsbohrung (32), die sich vom Ventilsitz (8) durch den Düsenkopf (3) erstreckt, und die einen Strömungsdurchmesser aufweist, sowie mit mindestens einem Düsenloch (31), welches von der Längsbohrung (32) ausgeht und durch welches der Brennstoff in einen Brennraum (20) der Brennkraftmaschine einbringbar ist. Das Verhältnis aus der Länge (L) der Längsbohrung (32) und dem Strömungsdurchmesser der Längsbohrung (32) beträgt mindestens 17, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mehr als 22 beträgt.

Fig.1



EP 1 566 539 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere einen Grossdieselmotor, gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Grossdieselmotoren, die beispielsweise nach dem Zweitakt-Verfahren arbeiten, werden als Antriebsaggregate von Schiffen oder in Stationäranlagen zur Stromgewinnung eingesetzt. Üblicherweise werden bei solchen Dieselmotoren Brennstoffeinspritzdüsen verwendet, die einen Düsenkörper und einen Düsenkopf aufweisen. Im Düsenkopf sind in der Regel mehrere Düsenlöcher vorgesehen, durch welche der Brennstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Um den Einspritzvorgang zu beginnen oder zu beenden, ist in der Brennstoffeinspritzdüse eine bewegliche Düsennadel vorgesehen, die mit einem Ventilsitz derart zusammenwirkt, dass der Durchgang zu den Düsenlöchern geöffnet oder geschlossen wird.

[0003] Typischerweise ist der Düsenkopf ein Verschleissstück, das einem hohen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungskollektiv unterliegt. Die mechanischen Belastungen beruhen unter anderem auf dem hohen Einspritzdruck, der über tausend bar betragen kann. Die thermischen Belastungen werden durch die hohen Temperaturen im Brennraum und die enormen Temperaturwechsel zwischen Verbrennungstemperatur und Temperatur der frisch zugeführten Spülluft verursacht, während die chemische Belastung hauptsächlich in der Hochtemperatur- oder Heisskorrosion begründet liegen.

[0004] Aus diesen Gründen und insbesondere aufgrund der thermischen Belastung wird der Ventilsitz üblicherweise etwas entfernt von den Düsenlöchern angeordnet, damit eine übermässige Beaufschlagung mit Verbrennungswärme vermieden wird.

[0005] Die räumliche Entfernung zwischen Ventilsitz und Düsenlöchern bringt folgendes Problem mit sich. Beim Beenden der Brennstoffeinspritzung wird die Düsennadel in den Ventilsitz gedrückt, sodass der Brennstoff, der sich stromabwärts des Ventilsitzes - also zwischen Ventilsitz und Düsenlöchern - befindet, nicht mehr mit dem Speisedruck beaufschlagt wird. Dieser im Düsenkopf verbleibende Brennstoff kann zu einem gewissen Teil nach Beendigung der Einspritzung durch die Düsenlöcher schlecht zerstäubt in den Brennraum gelangen, wo er nur wenig oder gar nicht verbrennt. Dies führt zu einer zusätzlichen Schadstoffbelastung des Abgases speziell Rauch, das heisst Partikel, sowie unter Umständen zu Ablagerungen von unverbranntem Brennstoff an allen Teilen des Brennraums und der abgasführenden Komponenten.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Brennstoffeinspritzdüse mit einem Düsenkopf vorzuschlagen, mit welcher der Ausstoss von schädlichen Emissionen gering gehalten werden kann, ohne dass dafür Zugeständ-

nisse an die Funktionsfähigkeit oder Zuverlässigkeit gemacht werden müssen.

[0007] Der diese Aufgabe lösenden Gegenstand der Erfindung ist durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gekennzeichnet.

[0008] Erfindungsgemäss wird also eine Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Grossdieselmotor vorgeschlagen, mit einem Düsenkörper und einem mit dem Düsenkörper verbundenen Düsenkopf, mit einer im Innern des Düsenkörpers angeordneten Düsennadel, deren Ende mit einem Ventilsitz derart zusammenwirkt, dass die Düsennadel in einer Offenstellung einen Durchlass für den Brennstoff am Ventilsitz freigibt und in einer Schliessstellung den Durchlass verschliesst, mit einer Längsbohrung, die sich vom Ventilsitz durch den Düsenkopf erstreckt, und die einen Strömungsdurchmesser aufweist, sowie mit mindestens einem Düsenloch, welches von der Längsbohrung ausgeht und durch welches der Brennstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine einbringbar ist. Das Verhältnis aus der Länge der Längsbohrung und dem Strömungsdurchmesser der Längsbohrung beträgt mindestens 17, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mehr als 22.

[0009] Durch diese Ausgestaltung der Brennstoffeinspritzdüse und des Düsenkopfs lässt sich das Volumen zwischen dem Ventilsitz und den Düsenlöchern - das Sackloch - im Vergleich zu bekannten Düsenköpfen drastisch verkleinern. Das deutlich reduzierte Verhältnis aus Länge und Strömungsdurchmesser der Längsbohrung des Düsenkopfes ermöglicht es, dieses Volumen um 50% oder mehr zu reduzieren. Folglich ist nach Beendigung des Einspritzvorgang stromabwärts des Ventilsitzes nur noch eine beträchtlich kleinere Menge an Brennstoff im Düsenkopf vorhanden, sodass die durch diesen Brennstoff verursachten negativen Effekte - insbesondere die schädlichen Emissionen - erheblich reduziert werden.

[0010] Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung bilden alle Düsenlöcher zusammen einen Gesamtströmungsdurchmesser für den Brennstoff wobei der Strömungsdurchmesser der Längsbohrung höchstens das 2-fache, vorzugsweise mindestens das 0.5-fache und höchstens das 1.5-fache, des Gesamtströmungsdurchmessers aller Düsenlöcher beträgt.

[0011] Bevorzugt weist die Längsbohrung im Bereich der Düsenlöcher eine Erweiterung auf. Diese lokale Erweiterung hat zwei Vorteile. Bei gegebener Anzahl von Düsenlöchern kann der Abstand zwischen den einzelnen Einmündungen der Düsenlöcher in die Längsbohrung grösser gewählt werden, wodurch die vom Innendruck verursachten mechanischen Spannungsspitzen im Material des Düsenkopf verkleinert werden. Zudem erleichtert die lokale Erweiterung das Umlenken der Brennstoffströmung aus der Längsbohrung in die Düsenlöcher, wodurch die hydraulischen Reibungsverluste beim Einströmen in die Düsenlöcher reduziert werden.

[0012] Es kann vorteilhaft sein, die Erweiterung asymmetrisch bezüglich der Längsachse der Längsbohrung auszubilden. Dies ist fertigungstechnisch einfacher zu realisieren. Zudem kann die Wandstärke des Düsenkopfs in dem Bereich, in welchem die Düsenlöcher vorgesehen sind, dünner gemacht werden als in dem Bereich, der keine Düsenlöcher aufweist. Dies hat den Vorteil, dass die Düsenlöcher nicht zu lang werden, wodurch eine zu starke Bündelung des Brennstoffstrahls vermieden wird.

[0013] Die vorteilhafte Asymmetrie kann auch oder zusätzlich dadurch erzeugt werden, dass die Längsbohrung schräg zur Längsachse des Düsenkopfs verläuft.

[0014] Vorzugsweise mündet jedes Düsenloch unter einem Winkel von mehr als 90° in die Längsbohrung ein, das heisst im eingebauten Zustand verlaufen die Düsenlöcher von der Längsbohrung aus schräg nach unten. Diese Massnahme erleichtert das Umlenken der Brennstoffströmung und dient somit der Reduzierung der hydraulischen Reibungsverluste.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Massnahme zur Reduzierung der Reibungsverluste besteht darin, den Übergangsbereich zwischen der Längsbohrung und dem Düsenloch jeweils abgerundet auszugestalten.

[0016] Unter strömungstechnischen Aspekten hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Durchlass am Ventilsitz in der Offenstellung der Düsennadel eine Fläche aufweist, die mindestens so gross ist wie der Strömungsquerschnitt der Längsbohrung.

[0017] Da der Düsenkopf üblicherweise ein Verschleissteil ist, werden solche Ausgestaltungen der Brennstoffeinspritzdüse bevorzugt, bei denen der Düsenkopf abnehmbar mit dem Düsenkörper verbunden ist.

[0018] Die erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzdüse eignet sich speziell für Dieselmotoren, insbesondere für Zweitakt-Grossdieselmotoren.

[0019] Weitere vorteilhafte Massnahmen und bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung und anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der schematischen Zeichnung zeigen teilweise im Schnitt:

Fig. 1: die wesentlichen Teile eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzdüse mit einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs,

Fig. 2: eine Ansicht auf den unteren Teil des Düsenkopfs,

Fig. 3: den Düsenkopf eines zweiten Ausführungsbeispiels,

"Fig. 4: eine grössere Darstellung des unteren Be-

reichs des Düsenkopfs aus Fig. 3, und

Fig. 5: den Düsenkopf eines dritten Ausführungsbeispiels.

[0021] Fig. 1 zeigt in einem Längsschnitt für das Verständnis der Erfindung wesentliche Teile eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzdüse, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 versehen ist. Auf die Darstellung an sich bekannter Elemente von Brennstoffeinspritzdüsen der gattungsgemässen Art wurde aus Gründen der besseren Übersicht verzichtet. Die Brennstoffeinspritzdüse 1 ist in Fig. 1 eingebaut in den Zylinderkopf 10 eines Zweitakt-Grossdieselmotors, beispielsweise eines Schiffmotors, dargestellt. Im montierten Zustand ragt das darstellungsgemäss untere Ende der Brennstoffeinspritzdüse 1 in einen Brennraum 20 eines Zylinders des Dieselmotors.

[0022] Die im folgenden verwendeten relativen Lagebezeichnungen wie "oben, unten, oberhalb, unterhalb..." beziehen sich stets auf die Darstellung in den Zeichnungsfiguren und sind so zu verstehen, dass sie lediglich beispielhaften, aber keinen einschränkenden Charakter haben.

[0023] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 umfasst einen Düsenkörper 2 und ein Ausführungsbeispiel eines Düsenkopfs 3, der mit dem Düsenkörper 2 verbunden ist. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt die Verbindung mittels einer Haltehülse 4, die sich an ihrem unteren Ende zur Längsachse A der Brennstoffeinspritzdüse 1 hin verjüngt. Die Längsachse A ist gleichzeitig auch Längsachse A des Düsenkopfs 3. Die Haltehülse 4 ist mittels einer Überwurfmutter 5 sowie eines elastischen Elements 45, zum Beispiel eines Sprenglings, am Düsenkörper 2 befestigt. Der Düsenkopf 3 stützt sich in dem sich verjüngenden Teil der Haltehülse 4 ab.

[0024] Der Düsenkopf 3 weist eine Längsbohrung 32 auf und im Bereich seines unteren Endes mindestens ein Düsenloch 31, typischerweise z. B. fünf Düsenlöcher 31, die von der Längsbohrung 32 ausgehen und durch welche der Brennstoff in den Brennraum 20 austreten kann.

[0025] Fig. 2 zeigt eine Ansicht des unteren Teils des Düsenkopfs 3, in welcher die Anordnung der fünf Düsenlöcher 31 zu erkennen ist. Die Düsenlöcher 31 erstrecken sich von der Längsbohrung 32 nach unten geneigt in Richtung Brennraum 20, das heisst, jedes Düsenloch 31 mündet unter einem Winkel α (Fig. 1) von mehr als 90° in die Längsbohrung 32 ein.

[0026] Im Innern des Düsenkörpers 2 ist ein Druckraum 6 vorgesehen, in welchen eine Zuführleitung 12 für den Brennstoff einmündet. Der Druckraum 6 wird in axialer Richtung von einem Ventilsitz 8 begrenzt. Ferner ist im Innern des Düsenkörpers 2 eine Düsennadel 7 angeordnet, die sich im wesentlichen in Richtung der Längsachse A erstreckt und die mit dem Ventilsitz 8 zusammenwirkt. In der in Fig. 1 dargestellten Schliessstel-

lung wird die untere Spitze der Düsennadel 7 in den Ventilsitz 8 gedrückt, sodass der Durchlass aus dem Druckraum 6 in die sich stromabwärts anschliessende Längsbohrung 32 verschlossen ist. Die Düsennadel 7 ist in an sich bekannter Weise mittels einer nicht dargestellten Druckfeder federbelastet und gegen den Ventilsitz 8 vorgespannt. In der Offenstellung der Düsennadel 7 ist diese nach oben aus dem Ventilsitz 8 herausgehoben, sodass zwischen dem unteren Ende der Düsennadel 7 und dem Ventilsitz 8 ein Durchlass offen ist, durch welchen der Brennstoff aus dem Druckraum 6 in die Längsbohrung 32 gelangen kann.

[0027] Wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, ist mit der Länge L der Längsbohrung 32 der Abstand gemeint zwischen dem darstellungsgemäss unteren Ende derjenigen Fläche des Ventilsitzes 8, auf der die Düsennadel 7 in der Schliessstellung aufliegt und dem unteren, das heisst brennraumseitigen Ende der Längsbohrung L.

[0028] Das Volumen zwischen dem Ventilsitz 8 und den Düsenlöchern 31 wird üblicherweise als Sackloch bezeichnet.

[0029] Die Längsbohrung 32 ist bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel als im wesentlichen zylindrische Bohrung ausgestaltet, die sich in Richtung der Längsachse A erstreckt. Der Durchmesser D der Längsbohrung 32 legt einen Strömungsdurchmesser und somit einen Strömungsquerschnitt fest, womit die für die Strömung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Querschnittsfläche in der Längsbohrung 32 gemeint ist. Falls die Längsbohrung nicht zylindrisch ausgestaltet ist sondern mit sich änderndem Durchmesser, beispielsweise konisch, so ist mit dem Strömungsquerschnitt bzw. -durchmesser der Längsbohrung ihr minimaler Strömungsquerschnitt bzw. -durchmesser gemeint.

[0030] Die einzelnen Düsenlöcher 31 sind ebenfalls als jeweils zylindrische Bohrung ausgestaltet. Ihr Durchmesser b (Fig. 2) legt jeweils einen Strömungsquerschnitt für das jeweilige Düsenloch 31 fest. Die Durchmesser b der einzelnen Düsenlöcher 31 können von Düsenloch zu Düsenloch verschieden sein, oder der Durchmesser b kann für einige oder alle Düsenlöcher 31 gleich sein. Die durch die einzelnen Düsenlöcher 31 jeweils festgelegten Strömungsquerschnitte addieren sich zu einem Gesamtströmungsquerschnitt der Düsenlöcher. Mit dem Gesamtströmungsquerschnitt der Düsenlöcher 31 ist somit die Summe der Strömungsquerschnitte aller Düsenlöcher - hier fünf - gemeint, also der gesamte Strömungsquerschnitt, der dem Brennstoff für den Austritt aus der Längsbohrung 32 in den Brennraum 20 zur Verfügung steht. Analoges gilt für den Gesamtströmungsdurchmesser der Düsenlöcher 31

[0031] Erfindungsgemäss ist die Brennstoffeinspritzdüse 1 bzw. der Düsenkopf 3 so ausgestaltet, dass das Verhältnis aus der Länge L der Längsbohrung 32 und dem Strömungsdurchmesser der Längsbohrung mindestens 17, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mehr als 22 beträgt.

[0032] Durch diese Massnahme lässt sich das Sackloch, das heisst das Volumen stromabwärts des Ventilsitzes 8 und stromaufwärts der Düsenlöcher 31 im Vergleich zu bekannten Ausgestaltungen um beispielsweise über 50% reduzieren. Dies hat zur Folge, dass nach Beendigung des Einspritzvorgangs, wenn die Düsennadel 7 wieder dichtend in den Ventilsitz 8 gedrückt ist, wesentlich weniger Brennstoff stromabwärts des Ventilsitzes 8 vorhanden ist, weil das Sackloch wesentlich kleiner ist. Dies hat zur Folge, dass die schädlichen Emissionen, die durch Brennstoff aus dem Sackloch nach Beendigung des Einspritzvorgangs verursacht werden, im Brennraum und in den abgasführenden Komponenten ganz erheblich reduziert werden.

[0033] Die angegebenen Verhältnisse Länge L zu Strömungsdurchmesser der Längsbohrung 32 von mindestens 17, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mehr als 22 führen zu einer günstigen Reduzierung des Volumens des Sacklochs ohne dass andererseits die hydrodynamischen Eigenschaften deutlich verschlechtert bzw. der Druckabfall über den Düsenkopf 3 zu gross wird.

[0034] In einer konkreten Ausführungsform beträgt die Länge L der Längsbohrung beispielsweise etwa 48.1 mm bei einem Durchmesser von etwa 2.1 mm oder etwa 70.7 mm bei einem Durchmesser von etwa 2.9 mm.

[0035] Vorzugsweise ist der Düsenkopf 3 dabei so ausgestaltet, dass der Strömungsdurchmesser der Längsbohrung 32 höchstens das zweifache des Gesamtströmungsdurchmessers der Düsenlöcher 31 beträgt. In der Praxis hat es sich besonders bewährt, wenn der Strömungsdurchmesser der Längsbohrung 32 mindestens das 0.5-fache und höchstens das 1.5-fache des Gesamtströmungsdurchmessers der Düsenlöcher 31 beträgt.

[0036] Im Betriebszustand arbeitet die Brennstoffeinspritzdüse 1 wie folgt. Der Brennstoff wird durch die Zuführleitung 12 in den Druckraum 6 eingebracht. Um die Einspritzung zu beginnen wird beispielsweise über ein Ventil die Verbindung zwischen einem Common-Rail-Druckspeicher für den Brennstoff und dem Druckraum 6 geöffnet oder der Brennstoff wird von einer Einspritzpumpe in den Druckraum 6 gefördert. Dort beaufschlagt der Brennstoff die Düsennadel 7 und hebt sie gegen die Vorspannung der nicht dargestellten Druckfeder aus dem Ventilsitz 8, sodass der Durchlass in den Düsenkopf 3 geöffnet wird. Der Brennstoff strömt durch die Längsbohrung 32 und wird durch die Düsenlöcher 31 in den Brennraum 20 eingespritzt. Zur Beendigung der Einspritzung wird der Druck im Druckraum 6 durch Beenden der Brennstoffförderung oder durch Schliessen der Verbindung mit dem Common-Rail-Druckspeicher reduziert, sodass die Düsennadel 7 durch die Druckfeder wieder in den Ventilsitz 8 gedrückt wird und den Durchlass für den Brennstoff verschliesst. Durch das stark reduzierte Volumen des Sacklochs gelangt dann nach dem Schliessen des Durchlasses am Ventilsitz deutlich weniger Brennstoff in den Brennraum 20.

[0037] Durch die starke Verkleinerung des Strömungsquerschnitts der Längsbohrung 32 des Düsenkopfs, die durch den geringen Durchmesser D der Längsbohrung 32 realisiert ist, bzw. das reduzierte Sacklochvolumen, wird die Reibung zwischen dem Brennstoff und der Wandung der Bohrung erhöht. Dies ist gleichbedeutend mit einem stärkeren Druckabfall oder Druckverlust, der durch den Düsenkopf 3 verursacht wird. Der durch die Reibung bedingte Druckabfall im erfindungsgemässen Düsenkopf 3 kann durchaus 50 - 100 bar betragen. In modernen Grossdieselmotoren, die nach dem Common-Rail-Prinzip arbeiten und vollkommen elektronisch gesteuert werden, kann dieser durch Reibung bedingte Druckabfall in einfacher Weise kompensiert werden, indem der Brennstoffdruck im Common-Rail-Druckspeicher entsprechend erhöht wird. Somit ist insbesondere auch im unteren Drehzahlbereich gewährleistet, dass für die eigentliche Einspritzung des Brennstoffs durch die Düsenlöcher 31 noch ausreichend Druck - beispielsweise 500-700 bar - vorhanden ist, um eine einwandfreie Einspritzung in den Brennraum 20 zu gewährleisten.

[0038] Alternativ oder ergänzend können auch andere Massnahmen ergriffen werden, um den durch den reduzierten Strömungsquerschnitt bzw. das reduzierte Sacklochvolumen erhöhten Strömungswiderstand zumindest teilweise zu kompensieren.

[0039] So kann beispielsweise der Querschnitt der Düsenlöcher 31 vergrössert werden. Ferner ist es vorteilhaft, den Übergangsbereich zwischen der Längsbohrung 32 und dem Düsenloch 31 jeweils abgerundet auszugestalten, wobei durch eine stärkere Abrundung ein leichteres Einstromen des Brennstoffs aus der Längsbohrung 32 in das Düsenloch 31 und damit eine Reduzierung des Strömungswiderstands erzielbar ist.

[0040] Eine weitere sehr vorteilhafte Massnahme zeigt das in den Fig. 3 und 4 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs. Gleiche oder von der Funktion her gleichwertige Teile sind in den Zeichnungsfiguren jeweils mit identischen Bezugszeichen bezeichnet.

[0041] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch das zweite Ausführungsbeispiel und Fig. 4 eine vergrösserte Darstellung des unteren Bereichs des Düsenkopfs 3. Wie dies Fig. 3 und Fig. 4 zeigen, weist die Längsbohrung 32 bei diesem Ausführungsbeispiel im Bereich der Düsenlöcher 31 eine Erweiterung 321 auf. Auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel sind fünf Düsenlöcher 31 vorgesehen analog zu der Darstellung in Fig. 2.

[0042] Durch die Erweiterung 321 lässt sich das Einstromen des Brennstoffs aus der Längsbohrung 32 in die Düsenlöcher 31 erleichtern und damit der Strömungswiderstand verringern, weil es einfacher ist, die Brennstoffströmung aus dem grösseren Querschnitt der Erweiterung 321 heraus in die Düsenlöcher umzulenken. Die hydraulische Reibung beim Einstromen in die Düsenlöcher 31 wird somit reduziert.

[0043] Die Erweiterung hat zudem einen zusätzlichen

Vorteil. Bei gegebener Anzahl von Düsenlöchern 31 mit gegebenem Durchmesser und gegebener Abrundung im Einmündungsbereich kann der Abstand zwischen den einzelnen Einmündungen der Düsenlöcher 31 in die Längsbohrung 32 grösser gestaltet werden. Dieser grössere Abstand hat den Vorteil, die vom Innendruck verursachten mechanischen Spannungsspitzen im Material des Düsenkopfs zu verkleinern.

[0044] Eine weitere vorteilhafte Massnahme besteht darin, die Erweiterung 321 asymmetrisch bezüglich der Längsachse der Längsbohrung 32 auszubilden, wie dies insbesondere in Fig. 4 zu erkennen ist. Die Längsachse der Längsbohrung 31 ist bei diesem Ausführungsbeispiel identisch mit der Längsachse A des Düsenkopfs 3 bzw. der Längsachse der Brennstoffeinspritzdüse 1. Die Längsachse C der Erweiterung 321 verläuft parallel aber versetzt zur Längsachse A, sodass die Erweiterung 321 asymmetrisch oder exzentrisch bezüglich der Längsbohrung 32 liegt.

[0045] Diese Massnahme hat den Vorteil, dass die durch den vergleichsweise kleinen Durchmesser D der Längsbohrung 32 bedingte grössere Wandstärke des Düsenkopfs 3 durch die Erweiterung 321 auf der dem Brennraum 20 zugewandten Seite, also dort wo die Düsenlöcher 31 vorgesehen sind, reduziert werden kann. Eine grosse Wandstärke kann zwar unter dem Aspekt der mechanischen Belastbarkeit vorteilhaft sein, aber sie bedingt auch, dass die Düsenlöcher 31 jeweils länger werden. Dies kann sich nachteilig auswirken, weil eine zu grosse Länge der Düsenlöcher zu einer starken Bündelung des sie durchströmenden Brennstoffstrahls führen kann, was sich negativ auf den Einspritzvorgang auswirken kann. Das lässt sich durch die Erweiterung 321 vermeiden, weil die Wanddicke des Düsenkopfs 3 auf der dem Brennraum 20 zugewandten Seite kleiner wird, und somit die Düsenlöcher 31 kürzer werden. Zudem ist die asymmetrische Ausgestaltung der Erweiterung 321 einfacher herzustellen.

[0046] Eine ähnliche Wirkung lässt sich auch mit dem in Fig. 5 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs erzielen. Bei diesem Ausführungsbeispiel verläuft die Längsbohrung 32 schräg zur Längsachse A des Düsenkopfs. Wie dies Fig. 5 zeigt verläuft die hier mit A' bezeichnete Längsachse der Längsbohrung 32 unter einem von null verschiedenen Winkel β zur Längsachse A des Düsenkopfs 3.

[0047] Natürlich können die im Zusammenhang mit den drei Ausführungsbeispielen erläuterten Massnahmen auch miteinander kombiniert werden.

[0048] Bezüglich der erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzdüse 1 ist es ferner vorteilhaft, wenn der Durchlass am Ventilsitz 8 in der Offenstellung der Düsennadel eine Fläche aufweist, die mindestens so gross ist wie der Strömungsquerschnitt der Längsbohrung 31. Das heisst, in der Offenstellung der Düsennadel 7 ist der Strömungsquerschnitt zwischen Düsennadel und Ventilsitz 8 gleich gross oder grösser als der Strömungs-

querschnitt der Längsbohrung 32. Da der Strömungsquerschnitt der Längsbohrung 32 wiederum grösser ist als der Gesamtströmungsquerschnitt aller Düsenlöcher 31, nimmt der Strömungsquerschnitt stromabwärts des Druckraums 6 in der Offenstellung der Düsennadel 7 nicht mehr zu. Dies bedeutet das eine Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs, die durch eine Vergrösserung des Strömungsquerschnitts verursacht würde, ausgeschlossen ist. Dies ist bei der Brennstoffeinspritzdüse von Vorteil, weil hier ein Zurückgewinnen von kinetischer Energie durch Erweiterung des Strömungsquerschnitts (Diffusor-Effekt) ineffizient ist.

[0049] Die Herstellung des Düsenkopfs für die erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzdüse kann mit allen an sich bekannten Bearbeitungsmethoden erfolgen. Insbesondere das Herstellen der Längsbohrung 32, der Düsenlöcher 31, der Abrundungen und gegebenenfalls der Erweiterung 321 kann mittels Bohren und/oder elektrochemischer Bearbeitungsmethoden, z. B. Elysieren, erfolgen.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Grossdieselmotor mit einem Düsenkörper (2) und einem mit dem Düsenkörper (2) verbundenen Düsenkopf (3), mit einer im Innern des Düsenkörpers (2) angeordneten Düsennadel (7), deren Ende mit einem Ventilsitz (8) derart zusammenwirkt, dass die Düsennadel (7) in einer Offenstellung einen Durchlass für den Brennstoff am Ventilsitz (8) freigibt und in einer Schliessstellung den Durchlass verschliesst, mit einer Längsbohrung (32), die sich vom Ventilsitz (8) durch den Düsenkopf (3) erstreckt, und die einen Strömungsdurchmesser aufweist, sowie mit mindestens einem Düsenloch (31), welches von der Längsbohrung (32) ausgeht und durch welches der Brennstoff in einen Brennraum (20) der Brennkraftmaschine einbringbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis aus der Länge (L) der Längsbohrung (32) und dem Strömungsdurchmesser der Längsbohrung (32) mindestens 17, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mehr als 22 beträgt.
2. Brennstoffeinspritzdüse nach Anspruch 1, bei welcher alle Düsenlöcher (31) zusammen einen Gesamtströmungsdurchmesser für den Brennstoff bilden, wobei der Strömungsdurchmesser der Längsbohrung (32) höchstens das 2-fache, vorzugsweise mindestens das 0.5-fache und höchstens das 1.5-fache, des Gesamtströmungsdurchmessers aller Düsenlöcher (31) beträgt.
3. Brennstoffeinspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Längsbohrung (32) im Bereich der Düsenlöcher (31) eine Erweiterung (321) aufweist.
4. Brennstoffeinspritzdüse nach Anspruch 3, bei welchem die Erweiterung (321) asymmetrisch bezüglich der Längsachse der Längsbohrung (32) ausgebildet ist.
5. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 oder 4, bei welchem die Längsbohrung (32) schräg zur Längsachse (A) des Düsenkopfs (3) verläuft.
6. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem jedes Düsenloch (31) unter einem Winkel (α) von mehr als 90° in die Längsbohrung (32) einmündet.
7. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Übergangsbereich zwischen der Längsbohrung (32) und dem Düsenloch (31) jeweils abgerundet ausgestaltet ist.
8. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Durchlass am Ventilsitz (8) in der Offenstellung der Düsennadel (7) eine Fläche aufweist, die mindestens so gross ist wie der Strömungsquerschnitt der Längsbohrung (32).
9. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche bei welcher der Düsenkopf (3) abnehmbar mit dem Düsenkörper (2) verbunden ist.
10. Dieselmotor, insbesondere Zweitakt-Grossdieselmotor, mit einer Brennstoffeinspritzdüse (1) gemäss einem der Ansprüche 1-9.

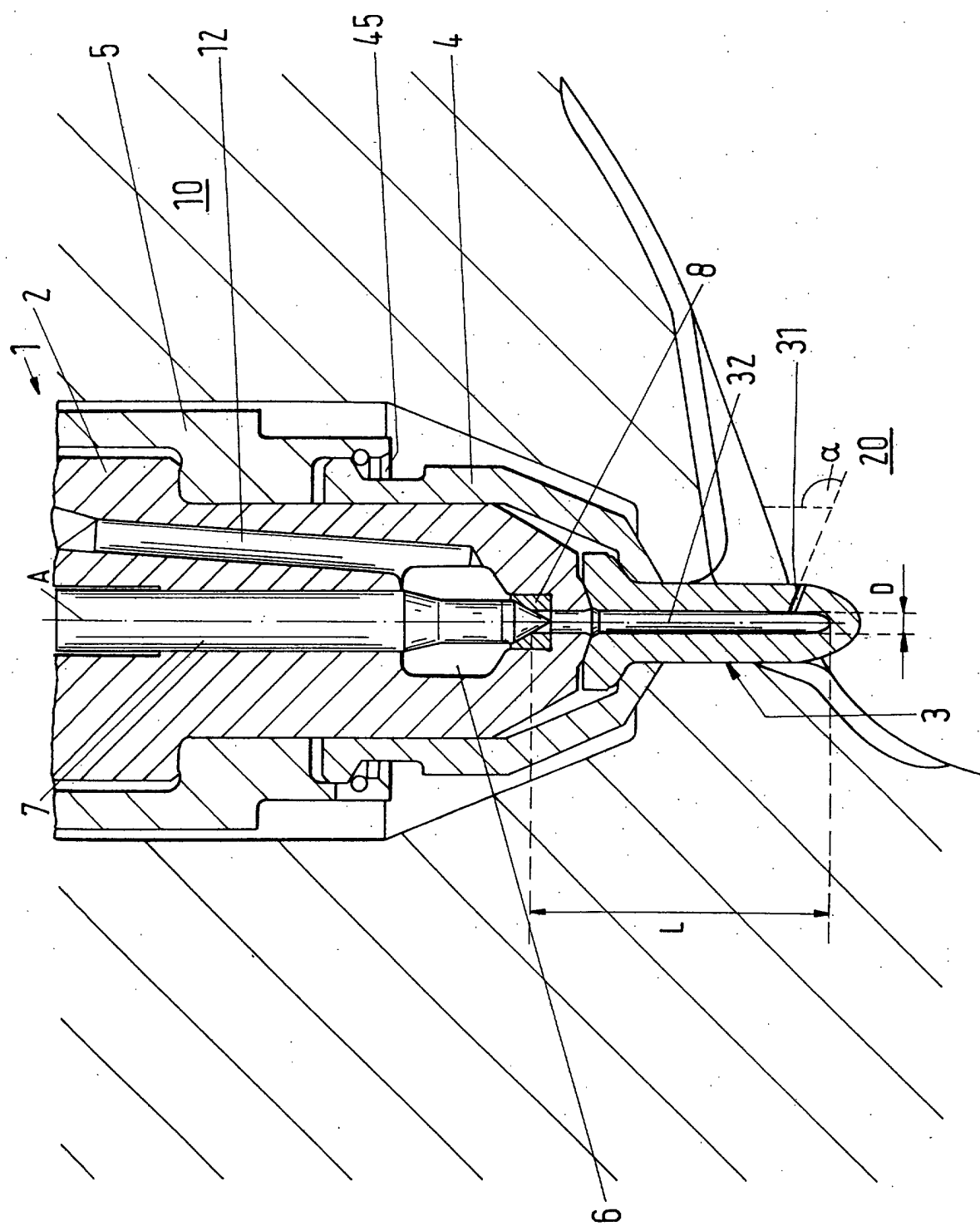


Fig.1

Fig.2

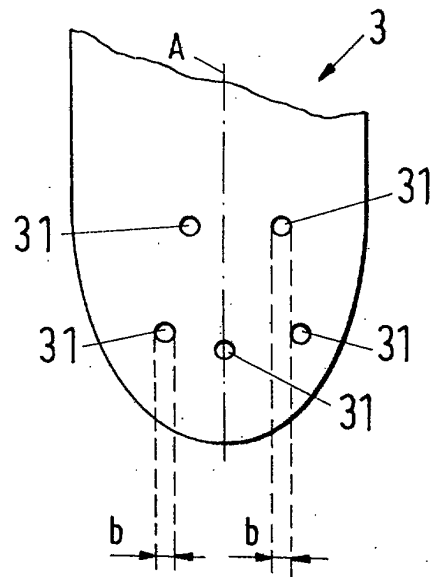


Fig.3

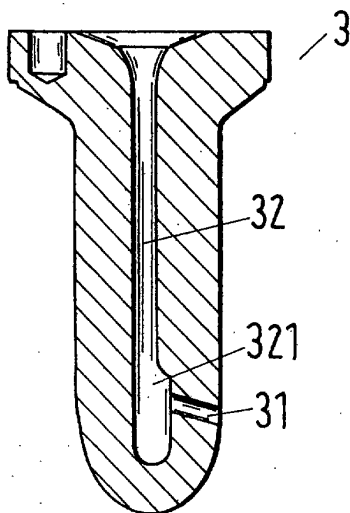


Fig.4

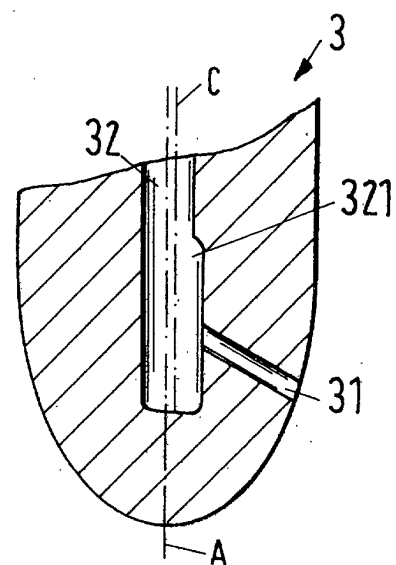
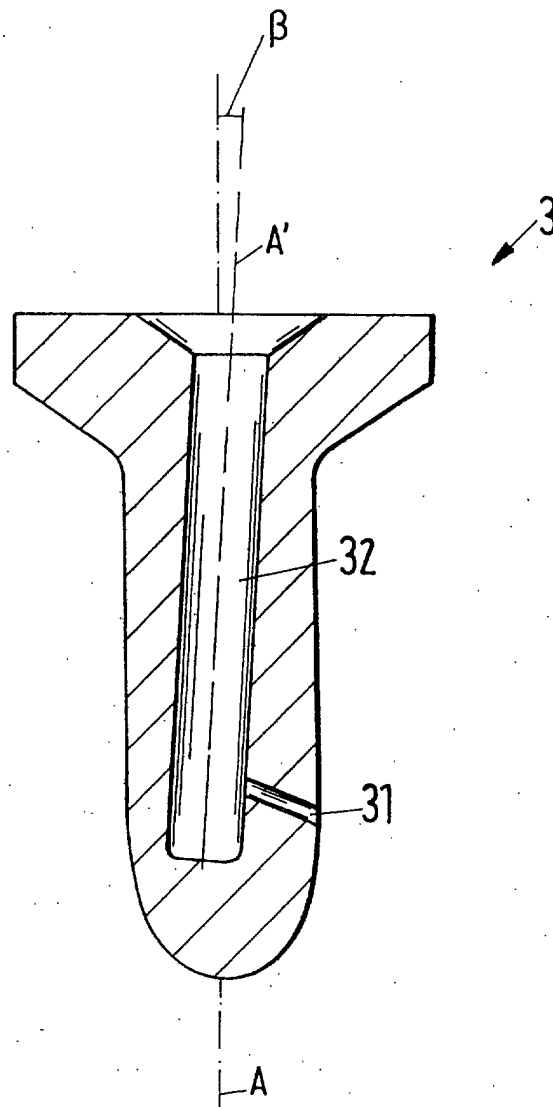


Fig.5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 40 5036

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 482 591 C (DEUTSCHE WERKE KIEL AKT.-GES) 3. Februar 1930 (1930-02-03) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 21 * * Seite 1, Zeile 45 - Seite 2, Zeile 2 * * Seite 2, Zeile 12 - Zeile 26; Abbildungen 1,2 * -----	1	F02M61/18 F02M61/04 F02M61/16
A	DE 34 30 772 A (CKD PRAHA) 14. März 1985 (1985-03-14) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,3; Abbildung 2 * -----	1-9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 11, 30. September 1998 (1998-09-30) & JP 10 176631 A (NIPPON SOKEN INC), 30. Juni 1998 (1998-06-30) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1,3-5	
A	EP 0 446 165 A (AIL CORP) 11. September 1991 (1991-09-11) * Spalte 4, Zeile 43 - Zeile 54; Abbildung 3 * -----	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	DE 29 48 451 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Juni 1981 (1981-06-04) * Seite 5, Absatz 2; Abbildung 1 * -----	1,9	F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2005	Prüfer Jucker, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 40 5036

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

26-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 482591 C	03-02-1930	KEINE	
DE 3430772 A	14-03-1985	CS 249562 B1 DE 3430772 A1	16-04-1987 14-03-1985
JP 10176631 A	30-06-1998	KEINE	
EP 0446165 A	11-09-1991	US 5026462 A DE 69100547 D1 DE 69100547 T2 EP 0446165 A1	25-06-1991 02-12-1993 17-02-1994 11-09-1991
DE 2948451 A	04-06-1981	DE 2948451 A1	04-06-1981

EPO FORM P0461

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