

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 267 027 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

10.01.2018 Patentblatt 2018/02

(51) Int Cl.:

F02M 61/18 (2006.01)**F02M 61/16 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **17176230.5**(22) Anmeldetag: **15.06.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

MA MD

(71) Anmelder: **Winterthur Gas & Diesel AG**
8401 Winterthur (CH)

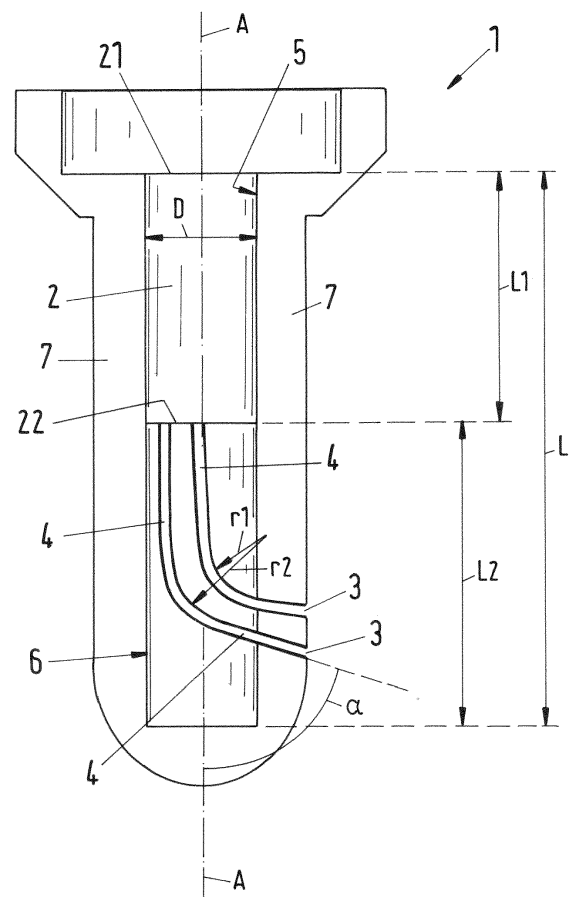
(72) Erfinder: **Schmid, Andreas**
8260 Stein am Rhein (CH)

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH**
Langfeldstrasse 88
8500 Frauenfeld (CH)

(30) Priorität: **07.07.2016 EP 16178394**

(54) **DÜSENKOPF FÜR EINE BRENNSTOFFEINSPRITZDÜSE EINES GROSSDIESELMOTORS,
SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES SOLCHEN**

(57) Es wird ein Düsenkopf vorgeschlagen für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, mit einem Längskanal (2), dem ein Brennstoff zuführbar ist, und welcher sich in einer axialen Richtung (A) von einem oberen Ende (21) bis zu einem unteren Ende (22) erstreckt, sowie mit mindestens einem Düsenkanal (4), welcher sich von dem Längskanal (2) bis zu einer Düsenöffnung (3) erstreckt, durch welche der Brennstoff in einen Brennraum des Grossdieselmotors einbringbar ist, wobei jeder Düsenkanal (4) einen Strömungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als der Strömungsquerschnitt des Längskanals (2), und wobei das untere Ende (22) des Längskanals (2) bezüglich der axialen Richtung (A) und bezüglich der normalen Gebrauchslage oberhalb jeder Düsenöffnung (3) angeordnet ist. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Düsenkopfs (1) vorgeschlagen.

Fig.3**EP 3 267 027 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Düsenkopf für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Düsenkopfes gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Grossdieselmotoren, wie beispielsweise längsgespülte Zweitakt-Grossdieselmotoren, werden häufig als Antriebsaggregate für Schiffe oder auch im stationären Betrieb, z.B. zum Antrieb grosser Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Dabei laufen die Motoren in der Regel über beträchtliche Zeiträume im Dauerbetrieb, was hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit stellt. Daher sind für den Betreiber insbesondere lange Wartungsintervalle, geringer Verschleiss und ein wirtschaftlicher Umgang mit den Betriebsstoffen zentrale Kriterien.

[0003] Seit einigen Jahren ist auch mit zunehmender Bedeutung die Qualität der Abgase, insbesondere die Stickoxid Konzentration in den Abgasen ein wesentlicher Aspekt. Das hat insbesondere bei Zweitakt-Grossdieselmotoren zur Folge, dass die Verbrennung des klassischen, mit Schadstoffen hoch belasteten Schweröls, aber auch die Verbrennung von Dieselöl oder anderen Brennstoffen problematischer wird, weil die Einhaltung der Abgasgrenzwerte immer schwieriger, technisch aufwändiger und damit teurer wird oder am Ende deren Einhaltung gar nicht mehr sinnvoll möglich ist.

[0004] In der Praxis besteht daher bereits seit langem das Bedürfnis nach sogenannten "Dual-Fuel Motoren", also Motoren, die mit zwei unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden können. In einem Gasmodus wird ein Gas, z.B. ein Erdgas wie LNG (liquefied natural gas), oder ein Gas in Form eines Autogases oder eines anderen zum Antrieb einer Brennkraftmaschine geeigneten Gases verbrannt, während in einem Flüssigmodus ein geeigneter flüssiger Brennstoff wie Diesel oder Schweröl in demselben Motor verbrannt werden kann.

[0005] Mit dem Begriff "Grossdieselmotor" sind im Rahmen dieser Anmeldung auch solche Grossmotoren gemeint, die ausser im Dieselpetrieb, der durch die Selbstzündung des Brennstoffs gekennzeichnet ist, auch in einem Ottobetrieb, der durch die Fremdzündung des Brennstoffs gekennzeichnet ist, oder in Mischformen aus diesen beiden betrieben werden kann. Ferner umfasst der Begriff Grossdieselmotor insbesondere auch die genannten Dual-Fuel-Motoren und solche Grossmotoren, bei denen die Selbstzündung des Brennstoffs zur Fremdzündung eines anderen Brennstoffs genutzt wird.

[0006] Im Flüssigmodus wird üblicherweise der Brennstoff direkt in den Brennraum des Zylinders eingebracht und verbrennt dort nach dem Prinzip der Selbstzündung. Im Gasmodus ist es bekannt, nach dem Otto-Prinzip das Gas im gasförmigen Zustand mit der Spülluft zu vermischen, um so im Brennraum des Zylinders ein zündfähiges Gemisch zu erzeugen. Bei diesem Nieder- oder

Hochdruckverfahren erfolgt die Zündung des Gemisches im Zylinder üblicherweise, indem im richtigen Moment eine kleine Menge flüssigen Brennstoffs in den Brennraum des Zylinders oder in eine Vorkammer eingespritzt wird, die dann zur Zündung des Luft-Gas-Gemisches führt. Ein Dual-Fuel Motor kann während des Betriebs vom Gasmodus in den Flüssigmodus umgeschaltet werden und umgekehrt.

[0007] Wird ein Grossdieselmotor mit flüssigem Brennstoff, also beispielsweise Schweröl oder Dieselöl, betrieben, so werden üblicherweise zum Einbringen des Brennstoffs in den Brennraum des Zylinders Brennstoffeinspritzdüsen verwendet, die einen Düsenkörper und einen Düsenkopf aufweisen. Der Düsenkopf wird auch als Zerstäuber bezeichnet. Im Düsenkopf sind in der Regel mehrere Düsenöffnungen vorgesehen, durch welche der Brennstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Um den Einspritzvorgang zu beginnen oder zu beenden, ist in der Brennstoffeinspritzdüse eine bewegliche Düsen-
nadel vorgesehen, die mit einem Ventilsitz derart zusammenwirkt, dass der Durchgang zu den Düsenöffnungen geöffnet oder geschlossen wird.

[0008] 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 chemischen Belastungen hauptsächlich in der Hochtemperatur- oder Heisskorrosion begründet liegen.

[0009] Aus diesen Gründen und insbesondere aufgrund der thermischen Belastung wird der Ventilsitz üblicherweise etwas entfernt von den Düsenöffnungen angeordnet, damit eine übermässige Beaufschlagung mit Verbrennungswärme vermieden wird. Stromabwärts des Ventilsitzes ist im Düsenkopf eine als Sacklochbohrung ausgestaltete Längsbohrung vorgesehen, von welcher Bohrungen abzweigen, die zu den Düsenöffnungen führen.

[0010] Die räumliche Entfernung zwischen Ventilsitz und Düsenöffnungen bringt folgendes Problem mit sich. Beim Beenden der Brennstoffeinspritzung wird die Düsen-
nadel in den Ventilsitz gedrückt, sodass der Brennstoff, der sich stromabwärts des Ventilsitzes - also zwischen Ventilsitz und Düsenlöchern - in der Sacklochbohrung befindet, nicht mehr mit dem Speisedruck beaufschlagt wird. Dieser Teil des Brennstoffs kann zu unerwünschten Ablagerungen im Düsenkopf führen und nach Beendigung der Einspritzung durch die Düsenöffnungen schlecht zerstäubt in den Brennraum gelangen, oder dort hinein tropfen, wo er jedoch nur wenig oder gar nicht verbrennt. Dies führt zu einem erhöhten Brennstoffverbrauch, zu zusätzlichen Schadstoffbelastungen des Abgases insbesondere mit Stickoxiden NO_x , sowie zu Ab-

lagerungen von unverbranntem Brennstoff an allen Teilen des Brennraums und der abgasführenden Komponenten.

[0011] Zur Lösung dieses Problems sind schon verschiedene Vorschläge gemacht worden. Beispielsweise ist es bekannt, an der Düsennadel stromabwärts des Ventilsitzes ein Absperrelement vorzusehen, welches das Fliessen von Brennstoff durch die Düsenöffnungen verhindert, sobald die Düsennadel in den Ventilsitz gedrückt wird. Auch wenn sich solche Ausgestaltungen bewährt haben, so sind sie doch apparativ relativ aufwändig und dementsprechend kostenintensiv.

[0012] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, einen möglichst einfachen Düsenkopf für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors vorzuschlagen, mit dem sich die genannten Probleme zumindest deutlich reduzieren lassen, welche durch den Brennstoff verursacht werden, der nach Beendigung der Einspritzung noch stromabwärts des Ventilsitzes vorhanden ist. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Düsenkopfes vorzuschlagen.

[0013] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0014] Erfindungsgemäss wird also ein Düsenkopf vorgeschlagen für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, mit einem Längskanal, dem ein Brennstoff zuführbar ist, und welcher sich in einer axialen Richtung von einem oberen Ende bis zu einem unteren Ende erstreckt, sowie mit mindestens einem Düsenkanal, welcher sich von dem Längskanal bis zu einer Düsenöffnung erstreckt, durch welche der Brennstoff in einen Brennraum des Grossdieselmotors einbringbar ist, wobei jeder Düsenkanal einen Strömungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als der Strömungsquerschnitt des Längskanals, und wobei das untere Ende des Längskanals bezüglich der axialen Richtung und bezüglich der normalen Gebrauchslage oberhalb jeder Düsenöffnung angeordnet ist.

[0015] Durch diese Ausgestaltung des Düsenkopfs, bei welcher sich der Längskanal nicht über im Wesentlichen die gesamte Länge des Düsenkopfs in axialer Richtung erstreckt, sondern bereits oberhalb jeder Düsenöffnung endet, lässt sich das Volumen zwischen dem Ventilsitz und den Düsenöffnungen im Vergleich zu bekannten Düsenköpfen drastisch verkleinern. In Verbindung mit dem kleineren Strömungsquerschnitt des mindestens einen Düsenkanals, resultiert somit eine wesentlich kleinere Brennstoffmenge, die sich nach Beendigung des Einspritzvorgangs, also wenn die Düsennadel wieder dichtend mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, stromabwärts des Ventilsitzes im Düsenkopf befindet. Folglich ist nach Beendigung des Einspritzvorgangs stromabwärts des Ventilsitzes nur noch eine beträchtlich kleinere Menge an Brennstoff im Düsenkopf vorhanden, sodass die durch diesen Brennstoff verursachten nega-

tiven Effekte - insbesondere die schädlichen Emissionen, der Brennstoffverbrauch und die schädlichen Ablagerungen, erheblich reduziert werden. Da hierfür keine apparativ aufwändigen Massnahmen notwendig sind, ist ein solcher Düsenkopf auch besonders einfach in seiner Ausgestaltung.

[0016] Erfindungsgemäss wird ferner ein Verfahren zum Herstellen eines erfindungsgemässen Düsenkopfes vorgeschlagen, bei welchem der Düsenkopf mithilfe eines additiven Bearbeitungsverfahrens hergestellt wird.

[0017] Mit einem additiven Bearbeitungsverfahren bzw. mit einer additiven Fertigung, die auch als generative Fertigung bezeichnet wird, ist dabei ein Bearbeitungsverfahren gemeint, bei welchem Material aufgebracht oder aufgetragen wird. Üblicherweise werden bei einem additiven Bearbeitungsverfahren aus einem formlosen Material, beispielsweise Flüssigkeiten oder Pulver, oder aus einem formneutralen Material, beispielsweise band- oder drahtförmigem Material, mittels chemischer und/oder physikalischer Prozesse die gewünschten Strukturen generiert, z. B. durch Aufbauen auf einem Grundkörper. An sich bekannte additive Fertigungsverfahren für metallische Werkstoffe sind beispielsweise Auftragschweisverfahren, speziell Inert-Gas-Verfahren wie Wolfram-Inert-Gas-Schweissen (WIG) oder Laserauftragschweissen, oder Plasmaverfahren oder selektives Laserschmelzen (SLM Selective Laser Melting) oder Laser Sintern.

[0018] Im Vergleich zu subtraktiven Bearbeitungs- oder Fertigungsverfahren, bei welchen Material von einem Werkstück bzw. einem Rohling abgetragen bzw. entfernt wird, unterliegen additive Bearbeitungsverfahren zumindest fast keinen geometrischen Beschränkungen, sodass beliebig strukturierte Körper, insbesondere solch mit inneren Kavitäten hergestellt werden können. Subtraktive Bearbeitungen umfassen beispielsweise alle Formen der zerspanenden Fertigung, womit - wie allgemein üblich - eine Fertigung gemeint ist, bei welcher zur Erzielung einer gewünschten geometrischen Form überschüssiges Material in Form von Spänen von einem Rohling bzw. einem Werkstück abgetrennt wird. Zerspanende Fertigungen sind beispielsweise Fräsen, Drehen, Bohren, Hobeln, Feilen, Schleifen, Hohnen oder Läppen, um nur einige Beispiele zu erwähnen.

[0019] Da erfindungsgemäss der Düsenkopf mithilfe eines additiven Bearbeitungsverfahrens hergestellt wird, unterliegt seine konkrete geometrische Ausgestaltung praktisch keinen Grenzen.

[0020] Gemäss einer Ausführungsform wird der gesamte Düsenkopf mit dem additiven Bearbeitungsverfahren hergestellt, d.h., der gesamte Düsenkopf wird generativ aufgebaut.

[0021] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform wird mit dem additiven Bearbeitungsverfahren ein Einsatz hergestellt, in welchem alle Düsenkanäle angeordnet sind, und der Einsatz wird in eine Längsbohrung des Düsenkopfs eingesetzt, welche sich in axialer Richtung erstreckt, und welche Längsbohrung den Längskanal

umfasst.

[0022] Dabei ist es bevorzugt, dass der Einsatz so ausgestaltet ist, dass er mit seiner gesamten äusseren Begrenzungsfläche an der die Längsbohrung begrenzenden Wandung anliegt, die Längsbohrung bezüglich der radialen Richtung also komplett ausfüllt. Vorzugsweise hat der Einsatz eine zylindrische Form, wobei sein Ausendurchmesser im Wesentlichen dem Innendurchmesser der Längsbohrung entspricht, sodass der Einsatz in die Längsbohrung eingesetzt werden kann und mit seiner äusseren Begrenzungsfläche an der Wandung anliegt, welche die Längsbohrung bezüglich der radialen Richtung begrenzt.

[0023] Jeder Düsenkanal ist als innerer Kanal ausgestaltet, der sich vollständig im Inneren des Einsatzes befindet. Das heisst, jeder Düsenkanal wird vollständig von dem Einsatz umschlossen, sodass nur der Einsatz selbst jeden Düsenkanal begrenzt. Insbesondere wird dadurch vermieden, dass andere Komponenten wie beispielsweise die Wandung, welche die Längsbohrung begrenzt, eine Begrenzung für den Düsenkanal bildet.

[0024] Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass nicht nur die Düsenkanäle in praktisch beliebiger Geometrie hergestellt werden können, sondern dass der Einsatz mit den Düsenkanälen auch in die Längsbohrung bzw. in das Sackloch eines an sich bekannten konventionellen Düsenkopfs eingesetzt werden kann, um einen erfindungsgemässen Düsenkopf zu realisieren. Diese Ausführungsform ermöglicht es somit insbesondere auch, einen bereits vorhandenen konventionellen Düsenkopf in einen erfindungsgemässen umzugestalten. Dazu kann es notwendig sein, in dem konventionellen Düsenkopf die Längsbohrung bzw. die Sacklochbohrung zu erweitern, sodass der additiv gefertigte Einsatz mit den Düsenkanälen in diese Längsbohrung eingesetzt werden kann.

[0025] Der Einsatz ist bevorzugt so gefertigt, dass er über seinen gesamten Umfang an der inneren Wandung der Längsbohrung anliegt, sodass der Brennstoff aus dem Längskanal im Wesentlichen nur durch den Düsenkanal bzw. die Düsenkanäle in den Brennraum gelangen kann.

[0026] Das additive Bearbeitungsverfahren hat, wie bereits erwähnt, insbesondere den Vorteil, dass der Düsenkanal oder die Düsenkanäle mit einer beliebigen Geometrie hergestellt werden kann/können. Somit ist es möglich, jeden Düsenkanal in freier, beliebiger Form herzustellen, und ihn somit für den jeweiligen Anwendungsfall zu optimieren. Dadurch lassen sich Kavitationen zumindest reduzieren und ein störungsfreier, optimaler Strömungsverlauf für den Brennstoff ist realisierbar. Auch Ablagerungen im Düsenkopf können zumindest deutlich reduziert werden.

[0027] Ein weiterer Vorteil der Ausgestaltung mit dem Einsatz ist es, dass er aus einem anderen Material gefertigt werden kann als der Rest des Düsenkopfes. Da der Einsatz den extrem herausfordernden Umgebungsbedingungen im Brennraum selbst nicht ausgesetzt ist,

kann für ihn ein Werkstoff gewählt werden, der unter Aspekten wie beispielsweise Kostenoptimierung und möglichst guter Durchleitung des Brennstoffs ausgewählt wird, während für den Rest des Düsenkopfes ein anderes an sich bewährtes Material gewählt wird, das besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Bedingungen im Brennraum ist.

[0028] Im Hinblick auf die apparativen Aspekte ist es bevorzugt, wenn der Düsenkopf eine Mehrzahl von Düsenkanälen aufweist, von denen sich jeder jeweils von dem Längskanal bis zu einer Düsenöffnung erstreckt, durch welche der Brennstoff in den Brennraum des Grossdieselmotors einbringbar ist. Durch diese Massnahme lässt sich eine besonders günstige Verteilung des Brennstoffs im Brennraum des Zylinders gewährleisten.

[0029] Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung hat der Düsenkopf eine Längsbohrung, welche sich in axialer Richtung erstreckt, wobei die Längsbohrung den Längskanal umfasst, und wobei in der Längsbohrung ein Einsatz vorgesehen ist, in welchem alle Düsenkanäle angeordnet sind. Wie bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemässen Verfahren erläutert, hat diese Ausgestaltung einige Vorteile. Der Einsatz mit dem zumindest einen Düsenkanal wird in die Längsbohrung des Düsenkopfs eingesetzt, sodass der bezüglich der normalen Gebrauchslage obere Teil der Längsbohrung des Düsenkopfs den Längskanal bildet, an den sich stromabwärts der Einsatz mit dem mindestens einen Düsenkanal anschliesst, durch welchen der Brennstoff aus dem Längskanal in den Brennraum gelangen kann.

[0030] Dabei ist es aus den bereits genannten Gründen bevorzugt, wenn der Einsatz aus einem Material gefertigt ist, das verschieden ist von dem Material, aus welchem der Rest des Düsenkopfes besteht. In der Wandung des Düsenkopfs sind dann eine oder mehrere Bohrungen vorgesehen, welche die Düsenöffnungen bilden, durch welche der Brennstoff aus dem jeweiligen Düsenkanal in den Brennraum gelangen kann.

[0031] Im Hinblick auf eine möglichst gute Verteilung des Brennstoffs im Brennraum ist es bevorzugt, wenn jeder Düsenkanal so ausgestaltet ist, dass der Brennstoff unter einem Einspritzwinkel geneigt zur axialen Richtung aus der jeweiligen Düsenöffnung austreten kann, wobei jeder Einspritzwinkel kleiner als 90° und vorzugsweise kleiner als 80° ist. Mit dem Einspritzwinkel ist dabei der kleinere der beiden Winkel gemeint, welche die Flächennormale der Düsenöffnung mit der axialen Richtung einschliesst.

[0032] Um eine möglichst optimale Brennstoffeinspritzung zu gewährleisten, ist es bevorzugt, wenn mindestens zwei Düsenkanäle vorgesehen sind, die unterschiedliche Einspritzwinkel aufweisen.

[0033] Eine weitere bevorzugte Massnahme ist es, wenn jeder Düsenkanal so ausgestaltet ist, dass er in axialer Richtung in den Längskanal einmündet. Durch diese Massnahme lässt sich der Strömungswiderstand für den Brennstoff beim Übergang aus dem Längskanal in jeden Düsenkanal minimieren, weil sich jeder Dü-

senkanal in der Nähe des Längskanals in gleicher Richtung erstreckt wie der Längskanal, sodass der Brennstoff beim Übergang aus dem Längskanal in den Düsenkanal nicht umgelenkt werden muss. Hierdurch lassen sich insbesondere auch erosionsbedingte Degradationseffekte vermeiden.

[0034] Auch kann es je nach Anwendung vorteilhaft sein, wenn mindestens ein Düsenkanal in einem an die Düsenöffnung angrenzenden Bereich sich erweiternd oder sich verjüngend ausgestaltet ist. Hierdurch kann sich das Strömungsverhalten des Brennstoffs optimieren lassen.

[0035] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn jeder Düsenkanal frei von Kanten und Ecken ausgestaltet ist, denn hierdurch lassen sich Ablagerungen, Erosionerscheinungen und Kavitationen zumindest deutlich reduzieren, die üblicherweise verstärkt an scharfen Kanten oder Ecken auftreten können und zu verstärktem Verschleiss führen.

[0036] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung besteht darin, dass der mindestens eine Düsenkanal bogenförmig oder gekrümmt ausgestaltet ist. Durch die bogenförmige oder gekrümmte Ausgestaltung lässt sich die Strömung des Brennstoffs besonders verlustfrei und vorteilhaft aus der axialen Richtung in die gewünschte Einspritzrichtung überführen.

[0037] Auch ist es vorteilhaft, wenn mindestens zwei Düsenkanäle vorgesehen sind, welche einen gekrümmten Bereich aufweisen, wobei die Krümmungen der beiden Düsenkanäle in dem gekrümmten Bereich unterschiedlich sind. Durch diese Ausgestaltung lassen sich besonders gut unterschiedliche Einspritzwinkel für den Brennstoff realisieren, wobei Kavitationen und erosionsbedingte Verschleisserscheinungen zumindest deutlich reduziert werden.

[0038] Durch die Erfindung wird ferner ein Grossdieselmotor, insbesondere ein längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor vorgeschlagen mit einer Brennstoffeinspritzdüse, welche einen Düsenkopf umfasst, welcher erfindungsgemäss ausgestaltet oder gemäss einem erfindungsgemässen Verfahren hergestellt ist.

[0039] Weitere vorteilhafte Massnahmen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0040] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors gemäss Stand der Technik,

Fig. 2: eine schematische Längsschnittdarstellung des Düsenkopfs der Brennstoffeinspritzdüse aus Fig. 1, und

Fig. 3: eine schematische Längsschnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungs-

gemässen Düsenkopfs.

[0041] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung sind relative Lagebezeichnungen, wie "unten", "oben", "unterhalb", "oberhalb", usw. so zu verstehen, dass sie sich jeweils auf die normale Gebrauchslage beziehen.

[0042] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird zunächst anhand der Fig. 1 der Aufbau einer Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors erläutert, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist. Zur besseren Unterscheidung des Stands der Technik von der vorliegenden Erfindung werden dabei für die aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtung Bezugszeichen verwendet, die mit einem Hochkomma versehen sind.

[0043] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine aus dem Stand der Technik bekannte Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 10' bezeichnet ist. Im speziellen handelt es sich um die Brennstoffeinspritzdüse 10' eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, mit welcher ein flüssiger Brennstoff, insbesondere Schweröl oder ein Dieselöl, in einen Brennraum 20' eines Zylinders des Grossdieselmotors eingebracht werden kann.

[0044] Die bekannte Brennstoffeinspritzdüse 10' umfasst einen Düsenkörper 11' mit einem Düsenkopf 1', der mit dem Düsenkörper 11' verbunden ist. Die Verbindung erfolgt hier mittels einer Haltehülse 12', die sich an ihrem darstellungsgemäss unteren Ende zur Längsachse der Brennstoffeinspritzdüse 10' hin verjüngt. Durch die Längsachse der Brennstoffeinspritzdüse 10', die gleichzeitig auch die Längsachse des Düsenkopfs 1' ist, wird eine axiale Richtung A' festgelegt. Die Haltehülse 12' ist mittels einer Überwurfmutter 13' sowie eines elastischen Elements 14', zum Beispiel eines Sprenglings, am Düsenkörper 11' befestigt. Der Düsenkopf 1' stützt sich in dem sich verjüngenden Teil der Haltehülse 12' ab.

[0045] Zum besseren Verständnis zeigt Fig. 2 noch eine schematische Längsschnittdarstellung des Düsenkopfs 1' der Brennstoffeinspritzdüse 10' aus Fig. 1,

[0046] Der Düsenkopf 1' weist eine Längsbohrung 5' auf und im Bereich seines unteren Endes mindestens eine Düsenöffnung 3', typischerweise mehrere z. B. fünf Düsenöffnungen 3', die mit der Längsbohrung 5' verbunden sind, sodass der Brennstoff durch die Düsenöffnungen 3' in den Brennraum 20' austreten kann.

[0047] Im Innern des Düsenkörpers 11' ist ein Druckraum 14' vorgesehen, in welchen eine Zuführleitung 15' für den Brennstoff einmündet. Durch die Zuführleitung 15' kann der Brennstoffeinspritzdüse 10' der unter Hochdruck stehende Brennstoff aus einem Vorratsbehälter, üblicherweise einem Akkumulator eines Common Rail Systems, zugeführt werden. Der Druckraum 14' wird in axialer Richtung A' von einem Ventil Sitz 16' begrenzt. Ferner ist im Innern des Düsenkörpers 11' eine Düsen-nadel 17' angeordnet, die sich im Wesentlichen in axialer Richtung A' erstreckt, und die mit dem Ventil Sitz 16' zusammenwirkt. In der in Fig. 1 dargestellten Schliessstellung wird die untere Spitze der Düsen-nadel 17' in den

Ventilsitz 16' gedrückt, sodass der Durchlass aus dem Druckraum 14' in die sich stromabwärts anschliessende Längsbohrung 5' verschlossen ist. Die Düsennadel 17' ist mittels einer nicht dargestellten Druckfeder federbelastet und gegen den Ventilsitz 16' vorgespannt. In der Offenstellung der Düsennadel 17' ist diese darstellungsgemäss nach oben aus dem Ventilsitz 16' herausgehoben, sodass zwischen dem unteren Ende der Düsennadel 17' und dem Ventilsitz 16' ein Durchlass offen ist, durch welchen der Brennstoff aus dem Druckraum 14' in die Längsbohrung 5' gelangen kann.

[0048] Das Volumen der Längsbohrung 5' stromabwärts des Ventilsitzes 16' wird üblicherweise als Sackloch oder Sacklochvolumen bezeichnet.

[0049] Die Längsbohrung 5' ist bei dem hier beschriebenen Beispiel als im wesentlichen zylindrische Bohrung ausgestaltet, die sich in axialer Richtung A' erstreckt und eine Länge L' aufweist (siehe Fig. 2). Der Durchmesser D' der Längsbohrung 5' legt einen Strömungsquerschnitt fest, womit die für die Strömung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Querschnittsfläche in der Längsbohrung 5' gemeint ist.

[0050] Die Düsennadel 17' ist in einer in axialer Richtung A' verlaufenden Bohrung 18' des Düsenkörpers 11' angeordnet, die in Fig. 1 aus Platzgründen nur teilweise dargestellt ist. Die Bohrung 18' hat einen inneren Durchmesser B', der etwas grösser ist als ein äusserer Durchmesser der Düsennadel 17', so dass die Düsennadel 17' sicher und präzise in der Bohrung 18' geführt wird.

[0051] Wie dies insbesondere die schematische Darstellung in Fig. 2 zeigt, ist jede Düsenöffnung 3' über einen Düsenkanal 53' mit der Längsbohrung 5' des Düsenkopfes 1' verbunden, sodass der unter Druck stehende Brennstoff aus der Längsbohrung 5' durch die Düsenkanäle 53' und die Düsenöffnungen 3' in den Brennraum 20' eingespritzt wird. Der Strömungsquerschnitt jedes Düsenkanals 53' ist deutlich kleiner, insbesondere mindestens fünfmal kleiner als der Strömungsquerschnitt der Längsbohrung 5', welcher durch den Durchmesser D' der Längsbohrung festgelegt ist. Üblicherweise verlaufen die Düsenkanäle 53' jeweils geneigt bzw. schräg zur axialen Richtung A', sodass der Brennstoff unter einem Einspritzwinkel α' geneigt zur axialen Richtung A' aus der jeweiligen Düsenöffnung 3' austreten kann. Mit dem Einspritzwinkel α' ist dabei der kleinere der beiden Winkel gemeint, welche die Flächennormale der Düsenöffnung 3' mit der axialen Richtung einschliesst. Natürlich können die jeweiligen Einspritzwinkel α' für verschiedene Düsenöffnungen 3' verschieden voneinander sein.

[0052] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Längsschnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs, der gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Der Düsenkopf 1 ist in sinngemäss gleicher Weise wie dies anhand von Fig. 1 erläutert wurde für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, bestimmt und wirkt in ana-

loger Weise wie vorangehend beschrieben mit einem Düsenkörper der Brennstoffeinspritzdüse zusammen.

[0053] Der Düsenkopf 1 weist einen Längskanal 2 auf, welcher sich in einer axialen Richtung A von einem oberen Ende 21 bis zu einem unteren Ende 22 erstreckt und die Länge L1 hat. Der Längskanal 2 ist vorzugsweise zylindrisch ausgestaltet und hat einen Durchmesser D. In analoger Weise, wie dies anhand von Fig. 1 erläutert wurde, ist die axiale Richtung A durch die Längsachse des Düsenkopfs 1 festgelegt, welche identisch ist mit der Längsachse der Brennstoffeinspritzdüse, wenn der Düsenkopf 1 in der Brennstoffeinspritzdüse montiert ist. In sinngemäss gleicher Weise wie im Stand der Technik ist dem Längskanal 2 ein Brennstoff zuführbar, der in einen Brennraum eines Zylinders des Grossdieselmotors eingebracht werden soll.

[0054] Der Düsenkopf 1 weist ferner mindestens einen Düsenkanal 4 auf, welcher sich von dem Längskanal 2 bis zu einer Düsenöffnung 3 erstreckt, durch welche der Brennstoff in den Brennraum des Zylinders einbringbar ist. Üblicherweise umfasst der Düsenkopf 1 mehrere separate Düsenöffnungen 3, von denen dann jede jeweils durch einen Düsenkanal 4 mit dem Längskanal 2 verbunden ist. In der schematischen Darstellung in Fig. 3 sind zwei Düsenöffnungen 3 dargestellt, die jeweils über einen Düsenkanal 4 mit dem Längskanal 2 strömungsverbunden sind.

[0055] Jeder Düsenkanal 4 hat dabei einen Strömungsquerschnitt der deutlich kleiner, beispielsweise mindestens fünfmal kleiner ist als der Strömungsquerschnitt des Längskanals 2. Mit dem Strömungsquerschnitt ist dabei jeweils die Fläche gemeint, die senkrecht auf der Hauptströmungsrichtung des Brennstoffs steht.

[0056] Erfindungsgemäss ist das untere Ende 22 des Längskanals 2 bezüglich der axialen Richtung und bezüglich der in Fig. 3 dargestellten normalen Gebrauchslage oberhalb jeder Düsenöffnung 3 angeordnet. Durch diese Massnahme kann das Volumen, welches dem Brennstoff in dem Düsenkopf zur Verfügung steht, drastisch reduziert werden, sodass nach Beendigung der Einspritzung nur noch eine deutlich kleinere Menge an Brennstoff in dem Düsenkopf 1 vorhanden ist.

[0057] Der Düsenkopf 1 wird mithilfe eines additiven Bearbeitungsverfahrens hergestellt. Diese Bearbeitungs- oder Herstellungsverfahren werden auch als generative Verfahren bzw. als generative Fertigung bezeichnet. Mit einem additiven Bearbeitungsverfahren bzw. mit einer additiven Fertigung, ist dabei ein Verfahren gemeint, bei welchem Material aufgebracht oder aufgetragen wird, um den entsprechenden Körper aufzubauen. Üblicherweise werden bei einem additiven Bearbeitungsverfahren aus einem formlosen Material, beispielsweise Flüssigkeiten oder Pulver, oder aus einem formneutralen Material, beispielsweise band- oder drahtförmigem Material, mittels chemischer und/oder physikalischer Prozesse die gewünschten Strukturen generiert, z. B. durch Aufbauen auf einem Grundkörper. An sich bekannte additive Fertigungsverfahren für metallische

Werkstoffe sind beispielsweise Auftragschweisverfahren, speziell Inert-Gas-Verfahren wie Wolfram-Inert-Gas-Schweissen (WIG) oder Laserauftragschweissen, oder Plasmaverfahren oder selektives Laserschmelzen (SLM Selective Laser Melting) oder Laser Sintern.

[0058] Die additive oder generative Fertigung hat insbesondere den Vorteil, dass sie praktisch keinen geometrischen Beschränkungen unterliegen, sodass insbesondere auch Körper mit beliebig geformten inneren Kavitäten hergestellt werden können. Dies hat im Hinblick auf den Düsenkanal 4 bzw. die Düsenkanäle 4 den erheblichen Vorteil, dass jeder Düsenkanal 4 mit nahezu beliebiger Geometrie herstellbar ist. So kann die jeweilige Geometrie des Düsenkanals 4 unter verschiedenen Aspekten optimiert werden, beispielsweise unter den Aspekten, Kavitationen zumindest deutlich zu reduzieren, erosionsbedingte Degradationen so weit wie möglich zu verringern, Ablagerungen in dem Düsenkanal 4 zu vermeiden, das Strömungsverhalten des Brennstoffs zu optimieren, oder eine optimale Zerstäubung bzw. Verteilung des Brennstoffs im Brennraum zu realisieren.

[0059] Bei dem in Fig. 3 dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Einsatz 6 vorgesehen, welcher in einer Längsbohrung 5 des Düsenkopfes 1 angeordnet ist, die sich in axialer Richtung A über eine Länge L erstreckt, die grösser ist als die Länge L1 des Längskanals 2 in axialer Richtung A. Dieser Einsatz 6 enthält alle Düsenkanäle 4 und füllt das darstellungsgemäss untere Ende der Längsbohrung 5 über eine Länge L2 komplett aus. Das heisst insbesondere, dass der Einsatz 6 vollumfänglich an der inneren Wandung der Längsbohrung 5 anliegt.

[0060] Jeder Düsenkanal 4 ist als innerer Kanal ausgestaltet, der sich vollständig im Inneren des Einsatzes 6 befindet. Jeder Düsenkanal 4 wird also lateral vollumfänglich von dem Einsatz 6 begrenzt. Das ist insbesondere so zu verstehen, dass der Düsenkanal 4 bzw. die Düsenkanäle 4 nicht in der Oberfläche des Einsatzes 6 angeordnet ist/sind, welche den Einsatz 6 in radialer Richtung begrenzt, sondern eben im Inneren des Einsatzes 6. Lediglich die Mündungen der Düsenkanäle 4 einerseits in die Düsenöffnungen 3 und andererseits in den Längskanal 2 befinden sich in der Oberfläche des Einsatzes 6.

[0061] Der Einsatz 6 mit den Düsenkanälen 4 wird mit einem additiven Bearbeitungsverfahren hergestellt.

[0062] Vorzugsweise kann für die Herstellung des Düsenkopfes 1 ein an sich bekannter Düsenkopf verwendet werden, wie er beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist. In der Wandung 7 des Düsenkopfes 1, welche die Längsbohrung 5 begrenzt, ist mindestens eine Bohrung vorgesehen, welche die Düsenöffnung 3 bildet. In Fig. 3 sind zwei solche Düsenöffnungen 3 dargestellt. Diese Düsenöffnungen 3 sind vorzugsweise identisch mit den Düsenöffnungen des an sich bekannten Düsenkopfes 1' der in Fig. 2 dargestellt ist. Der Einsatz 6 wird dann in die Längsbohrung 5 oder in die Längsbohrung 5' des an sich bekannten Düsenkopfes 1' eingeführt, bis er am unteren

Ende der Längsbohrung 5 bzw. 5' anliegt. Somit ist der untere Bereich der Längsbohrung 5 bzw. 5' vorzugsweise komplett über die Länge L2 mit dem Einsatz 6 ausgefüllt, und der obere Bereich der Längsbohrung 5 bzw. 5' bildet den Längskanal 2, welcher die Länge L1 aufweist. L1 und L2 ergänzen sich zur Länge L der Längsbohrung 5.

[0063] Falls für die Herstellung des Düsenkopfes 1 ein an sich bekannter Düsenkopf 1' verwendet wird, kann es je nach Anwendung vorteilhaft sein, den ursprünglichen Durchmesser D' (Fig. 2) der Längsbohrung 5' durch Aufbohren oder ein sonstiges geeignetes Bearbeitungsverfahren zu vergrössern, um so die Längsbohrung 5 mit dem Durchmesser D herzustellen, in welche dann der Einsatz 6 eingesetzt wird.

[0064] Es versteht sich, dass bei der Herstellung des Einsatzes 6 die Austrittsöffnungen aller Düsenkanäle 4 so angeordnet werden, dass sie nach dem Platzieren des Einsatzes 6 in die Längsbohrung 5 jeweils mit einer der Düsenöffnungen 3 in der Wandung 7 des Düsenkopfes 1 fluchten.

[0065] Die Massnahme, den Düsenkopf 1 ausgehend von einem an sich bekannten Düsenkopf 1' herzustellen, hat mehrere Vorteile. So kann das äussere Design des Düsenkopfes 1, womit insbesondere die Anordnung und die Ausgestaltung der Düsenöffnungen 3 gemeint ist, von einem an sich bekannten Düsenkopf übernommen werden. Ferner kann der Düsenkopf 1 problemlos in eine existierende Brennstoffdüse eingesetzt werden, ohne dass dafür bauliche Änderungen oder Anpassungen notwendig sind. Auch ist es möglich, einen bereits existierenden Düsenkopf in einen erfindungsgemässen Düsenkopf 1 umzurüsten oder nachzurüsten, indem in die Längsbohrung 5' des existierenden Düsenkopfes 1' eventuell nach einer Vergrösserung des Durchmessers D' der ursprünglichen Längsbohrung 5' der additiv gefertigte Einsatz 6 eingesetzt wird.

[0066] Ein weiterer Vorteil der Ausgestaltung mit dem Einsatz 6 besteht darin, dass er aus einem anderen Material gefertigt werden kann als der Rest des Düsenkopfes 1, also beispielsweise seine Wandung 7. Hierdurch ist es möglich, für die Herstellung des Düsenkopfes 1 - mit Ausnahme des Einsatzes 6 - ein bewährtes Material zu verwenden, dass insbesondere im Hinblick auf die äusserst anspruchsvollen Bedingungen im Brennraum, beispielsweise die enormen thermischen Belastungen geeignet ist. Solche an sich bekannten Werkstoffe für die Herstellung eines Düsenkopfes 1 eines Grossdieselmotors sind beispielsweise Stähle oder Legierungen auf Nickel- oder Cobaltbasis, beispielsweise Stellite 6. Diese Materialien sind insbesondere auch im Hinblick auf Erosion, Abrasion und Kavitation speziell in den Düsenöffnungen 3 geeignet.

[0067] Für die Herstellung des Einsatzes 6 kann dann ein anderes Material, vorzugsweise ein metallisches Material gewählt werden, weil der Einsatz 6 selbst den extremen Bedingungen im Brennraum nicht ausgesetzt ist, sondern durch die Wandung 7 des Düsenkopfes 1 ge-

schützt ist. Man hat also jetzt eine deutlich höhere Flexibilität bei der Auswahl eines geeigneten Materials, mit dem der Einsatz 6 des Düsenkopfs 1 in additiver Fertigung aufgebaut wird. Das Material für den Einsatz 6 kann beispielsweise unter dem Aspekt der Kosten oder einer möglichst optimalen Führung des Brennstoffs ausgewählt werden.

[0068] Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemässen Ausgestaltung des Düsenkopfs 1 ist es, dass die jeweilige Strömungsverbindung zwischen dem Längskanal 2 und der Düsenöffnung 3, also der jeweilige Düsenkanal 4, freiformig ausgestaltet werden kann, also insbesondere praktisch keinen geometrischen Beschränkungen unterworfen ist. Somit kann jeder Düsenkanal 4 im Hinblick auf ein optimales Strömungsverhalten des Brennstoffs bzw. im Hinblick auf eine optimale Führung des Brennstoffs ausgestaltet werden. Somit lässt sich jeder Düsenkanal 4 insbesondere auch bezüglich Kavitationen, Erosion, Abrasion und einer möglichst effizienten Einbringung des Brennstoffs in den Brennraum optimieren.

[0069] Im Folgenden werden in einer nicht abschliessenden Aufzählung einige bevorzugte Massnahmen und Varianten zur Ausgestaltung des jeweiligen Düsenkanals 4 erläutert.

[0070] Vorzugsweise ist jeder Düsenkanal 4 so ausgestaltet, dass der Brennstoff unter einem Einspritzwinkel α geneigt Fig. 3 zur axialen Richtung A aus der jeweiligen Düsenöffnung 3 austreten kann. Mit dem Einspritzwinkel α ist dabei der kleinere der beiden Winkel gemeint, welche die Flächennormale der Düsenöffnung 3 mit der axialen Richtung einschliesst. Natürlich können die jeweiligen Einspritzwinkel α für verschiedene Düsenöffnungen 3 verschieden voneinander sein. Bevorzugt ist jeder Einspritzwinkel α kleiner als 90° und vorzugsweise kleiner als 80° . Ein besonders bevorzugter Wertebereich ist 70° bis 75° .

[0071] Auch ist es vorteilhaft, wenn auch nicht zwingend, dass, wie in Fig. 3 dargestellt, jeder Düsenkanal 4 so ausgestaltet ist, dass er in axialer Richtung A in den Längskanal 2 einmündet. Hierdurch lässt sich ein besonders guter Übergang des Brennstoffs aus dem Längskanal 2 in den jeweiligen Düsenkanal 4 realisieren.

[0072] Auch kann es vorteilhaft sein, dass der Düsenkanal 4 insbesondere in einem an die Düsenöffnung 3 angrenzenden Bereich sich erweiternd oder sich verjüngend ausgestaltet ist. Durch diese Massnahme kann die Zerstäubung des Brennstoffs im Brennraum verbessert werden.

[0073] Insbesondere ist es bevorzugt, wie dies auch in Fig. 3 dargestellt ist, wenn jeder Düsenkanal 4 frei von Kanten und Ecken ausgestaltet ist. Da Kanten und Ecken im Strömungsverlauf besonders hoher Gefahr von unerwünschten Kavitationen und Erosionserscheinungen sind, werden solche Kanten und Ecken vorzugsweise vermieden. Daher ist es vorteilhaft, wenn der Düsenkanal 4 wie in Fig. 3 dargestellt bogenförmig oder gekrümmt ausgestaltet ist, sodass der Brennstoff möglichst optimal

aus der axialen Richtung A in die gewünschte Einspritzrichtung umgelenkt werden kann.

[0074] Dabei ist es insbesondere auch vorteilhaft, wenn mindestens zwei Düsenkanäle 4 vorgesehen sind, welche einen gekrümmten Bereich aufweisen, wobei die Krümmungen der beiden Düsenkanäle 4 in dem gekrümmten Bereich unterschiedlich sind. Dies ist in Fig. 3 durch die beiden Pfeile mit den Bezugszeichen r_1 und r_2 angedeutet.

[0075] Gemäss einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der gesamte Düsenkopf mithilfe eines additiven Bearbeitungsverfahrens hergestellt. Bei dieser Ausführungsform ist also kein Einsatz 6 vorgesehen, sondern der Düsenkopf 1 wird gesamthaft in additiver bzw. generativer Fertigung aufgebaut. Ansonsten gelten die vorangehenden Erläuterungen in sinngemäss gleicher Weise auch für die Ausgestaltung ohne Einsatz 6.

20 Patentansprüche

1. Düsenkopf für eine Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors, mit einem Längskanal (2), dem ein Brennstoff zuführbar ist, und welcher sich in einer axialen Richtung (A) von einem oberen Ende (21) bis zu einem unteren Ende (22) erstreckt, sowie mit mindestens einem Düsenkanal (4), welcher sich von dem Längskanal (2) bis zu einer Düsenöffnung (3) erstreckt, durch welche der Brennstoff in einen Brennraum des Grossdieselmotors einbringbar ist, wobei jeder Düsenkanal (4) einen Strömungsquerschnitt aufweist, der kleiner ist als der Strömungsquerschnitt des Längskanals (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** das untere Ende (22) des Längskanals (2) bezüglich der axialen Richtung (A) und bezüglich der normalen Gebrauchslage oberhalb jeder Düsenöffnung (3) angeordnet ist.
2. Düsenkopf nach Anspruch 1, mit einer Mehrzahl von Düsenkanälen (4), von denen sich jeder jeweils von dem Längskanal (2) bis zu einer Düsenöffnung (3) erstreckt, durch welche der Brennstoff in den Brennraum des Grossdieselmotors einbringbar ist.
3. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Längsbohrung (5), welche sich in axialer Richtung erstreckt, wobei die Längsbohrung (5) den Längskanal (2) umfasst, und wobei in der Längsbohrung (5) ein Einsatz (6) vorgesehen ist, in welchem alle Düsenkanäle (4) angeordnet sind.
4. Düsenkopf nach Anspruch 3 wobei der Einsatz (6) aus einem Material gefertigt ist, das verschieden ist von dem Material, aus welchem der Rest des Düsenkopfes (1) besteht.

5. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem jeder Düsenkanal (4) so ausgestaltet ist, dass der Brennstoff unter einem Einspritzwinkel (α) geneigt zur axialen Richtung (A) aus der jeweiligen Düsenöffnung (3) austreten kann, wobei jeder Einspritzwinkel (α) kleiner als 90° und vorzugsweise kleiner als 80° ist. 5
6. Düsenkopf nach Anspruch 5, wobei mindestens zwei Düsenkanäle (4) vorgesehen sind, die unterschiedliche Einspritzwinkel (α) aufweisen. 10
7. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder Düsenkanal (4) so ausgestaltet ist, dass er in axialer Richtung (A) in den Längskanal (2) einmündet. 15
8. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Düsenkanal (4) in einem an die Düsenöffnung (3) angrenzenden Bereich sich erweiternd oder sich verjüngend ausgestaltet ist. 20
9. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder Düsenkanal (4) frei von Kanten und Ecken ausgestaltet ist. 25
10. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Düsenkanal (4) bogenförmig oder gekrümmt ausgestaltet ist. 30
11. Düsenkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Düsenkanäle (4) vorgesehen sind, welche einen gekrümmten Bereich aufweisen, wobei die Krümmungen (r_1, r_2) der beiden Düsenkanäle (4) in dem gekrümmten Bereich unterschiedlich sind. 35
12. Verfahren zum Herstellen eines Düsenkopfes gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Düsenkopf (1) mithilfe eines additiven Bearbeitungsverfahrens hergestellt wird. 40
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem der gesamte Düsenkopf (1) mit dem additiven Bearbeitungsverfahren hergestellt wird. 45
14. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem mit dem additiven Bearbeitungsverfahren ein Einsatz (6) hergestellt wird, in welchem alle Düsenkanäle (4) angeordnet sind, und wobei der Einsatz (6) in eine Längsbohrung (5) des Düsenkopfs (1) eingesetzt wird, welche sich in axialer Richtung (A) erstreckt, und welche Längsbohrung (5) den Längskanal (2) umfasst. 50
55
15. Grossdieselmotor, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, mit einer Brennstoffein-

spritzdüse, welche einen Düsenkopf (1) umfasst, welcher gemäss einem der Ansprüche 1-11 ausgestaltet ist, oder welcher gemäss einem der Ansprüche 12-14 hergestellt ist.

Fig.1

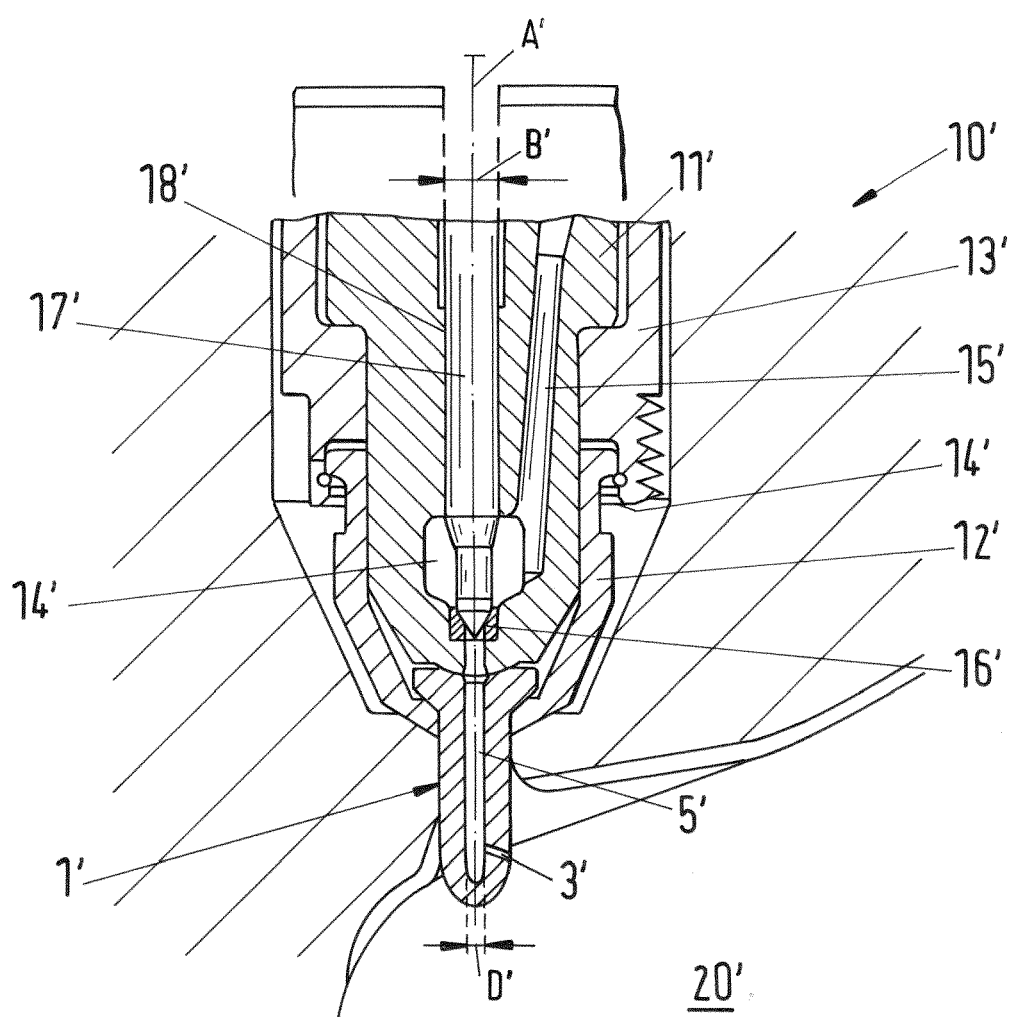


Fig.2

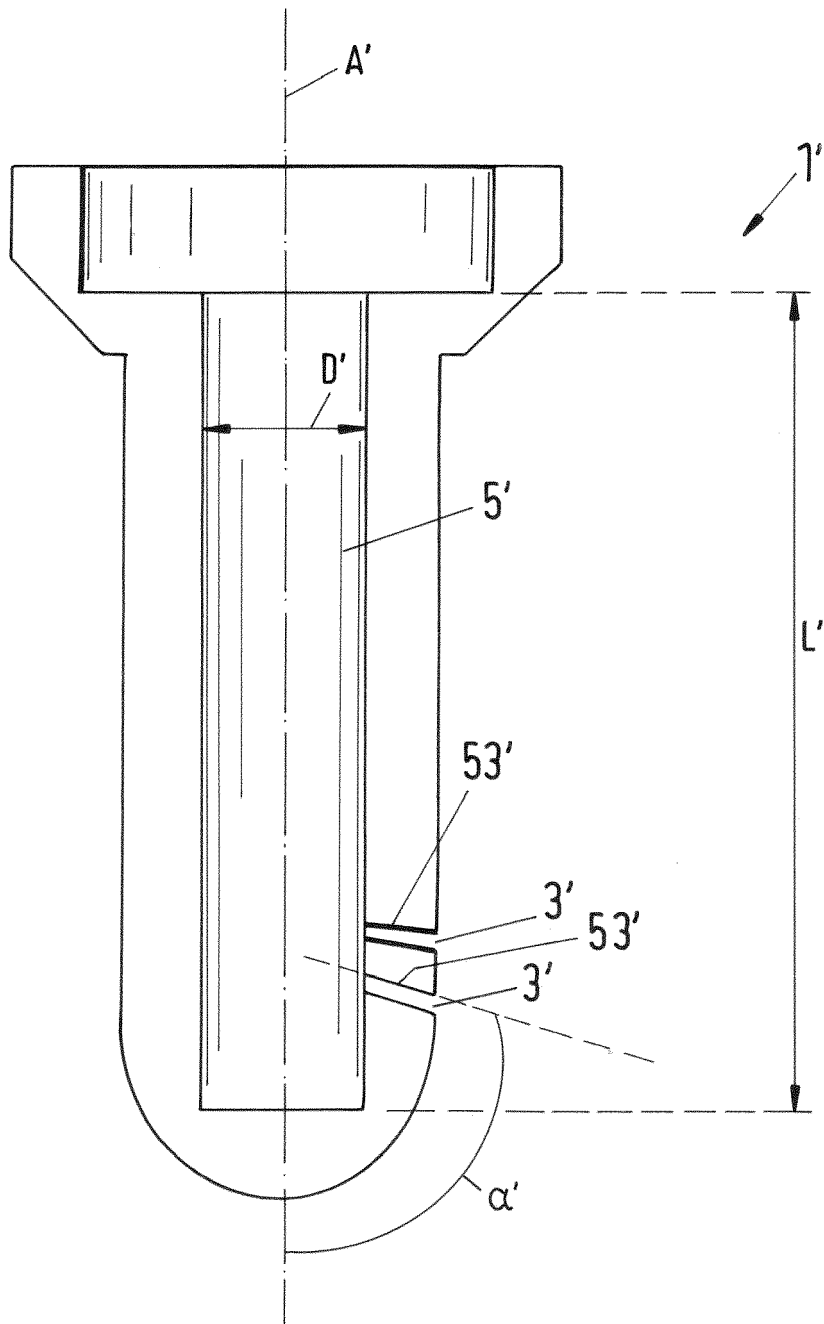
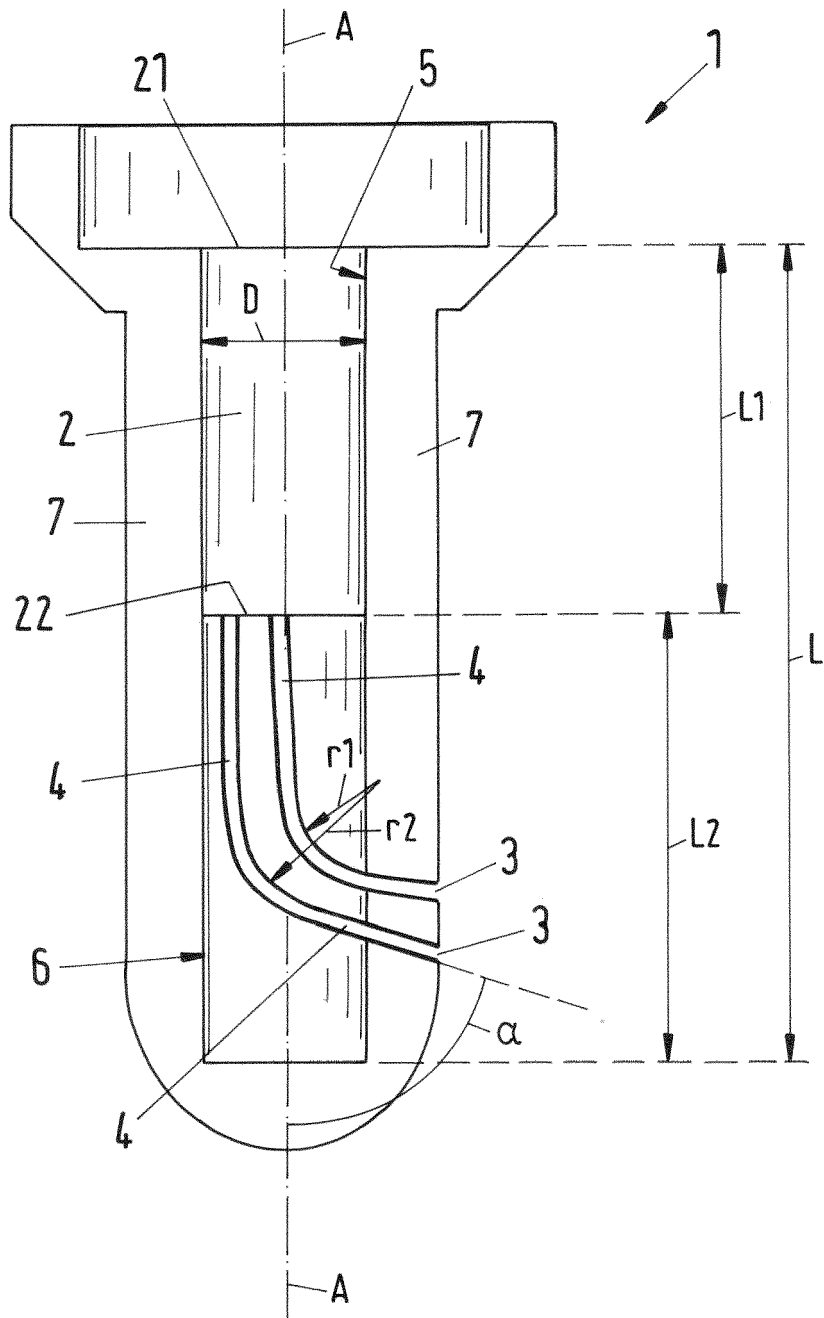


Fig.3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 17 6230

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 92/19859 A1 (LUCAS IND PLC [GB]) 12. November 1992 (1992-11-12) * Seite 4, Zeile 20 - Seite 6, Zeile 23; Abbildungen 3,4 * * Zusammenfassung *	1-15	INV. F02M61/18 F02M61/16
X	DE 10 2012 006167 A1 (ORANGE GMBH [DE]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02) * Absatz [0031] - Absatz [0032]; Abbildungen 1,2 * * Zusammenfassung *	1-5, 7-10, 12-14	
A	EP 1 566 539 A1 (WAERTSILAE SCHWEIZ AG [CH]) 24. August 2005 (2005-08-24) * Abbildung 1 * * Zusammenfassung *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. August 2017	Prüfer Hermens, Sjoerd
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 17 6230

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

17-08-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9219859 A1	12-11-1992	KEINE	
DE 102012006167 A1	02-10-2013	KEINE	
EP 1566539 A1	24-08-2005	AT 421039 T	15-01-2009
		CN 1661227 A	31-08-2005
		DK 1566539 T3	14-04-2009
		EP 1566539 A1	24-08-2005
		JP 2005240805 A	08-09-2005
		KR 20060043061 A	15-05-2006

EPO FORM P0461

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