

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 498/97

(51) Int.Cl.⁶ : F02M 47/00

(22) Anmeldetag: 7. 8.1997

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 4.1998

(45) Ausgabetag: 25. 5.1998

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

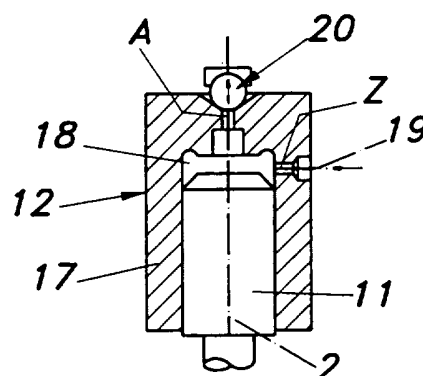
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

BÜGLER LUDWIG DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) EINSPRITZDÜSE FÜR EINE DIREKT EINSPRITZENDE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper (3) axial verschiebbaren Hohl-nadel (7), die eine erste Gruppe (4) von Spritzöffnungen (6) ansteuert und einer in der Hohl-nadel (7) konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder (14) belasteten Innennadel (8), die eine zweite Gruppe (5) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventillnadeln (7, 8) in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff, beaufschlagten Steuerkolben (11), wobei sowohl die Hohl-nadel (7) als auch die Innennadel (8) durch Kraftstoffdruck geöffnet werden. Um auf möglichst einfache Weise den Spritzlochquerschnitt motorkennfeldabhängig während des Betriebes zu verändern, ist vorgesehen, daß die Hohl-nadel (7) zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben (11) verbunden ist.



Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper axial verschiebbaren Hohl-nadel, die eine erste Gruppe von Spritzöffnungen ansteuert, und einer in der Hohl-nadel konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder belasteten Innennadel, die eine zweite Gruppe von Spritzöffnungen ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventilenadeln in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff, beaufschlagten Steuerkolben, wobei sowohl die Hohl-nadel als auch die Innennadel durch Kraftstoffdruck geöffnet werden.

Bei heutigen direkt einspritzenden Dieselmotoren besteht der Zielkonflikt zwischen der Erfüllung der vom Gesetzgeber geforderten besonders niedrigen Abgasemissionen in einem bestimmten Testzyklus einerseits und dem Wunsch nach hoher Leistung andererseits. Für die Erfüllung der Abgasgrenzwerte ist die Anwendung eines kleinen Spritzlochquerschnittes im Testzyklus - also bei eher niedrigen Lasten und Drehzahlen - eine sehr effektive Maßnahme. Dem entgegen steht allerdings eine stark reduzierte, mögliche Leistungsausbeute im Bereich der Nennleistung. Um eine höhere Leistungsausbeute zu erreichen, wäre eher eine Vergrößerung des Spritzlochquerschnittes von Vorteil. Dies gilt allgemein, insbesondere aber für Motoren mit Speichereinspritzsystemen (Common-Rail-Systemen).

Aus der DE 27 11 393 A1 ist eine Kraftstoffeinspritzdüse der eingangs genannten Art bekannt, bei der die volle Schließkraft der Innennadel und der Hohl-nadel jeweils durch eine eigene Feder aufgebracht werden. Sowohl die Hohl-nadel, als auch die Innennadel werden vom Kraftstoffdruck geöffnet. Bei Erreichen des für die Hohl-nadel ausreichenden Kraftstoffdruckes wird diese von ihrem Ventilsitz angehoben, wodurch eine erste Gruppe von Spritzöffnungen aufgesteuert wird. Bei größeren Fördermengen wird bei Erreichen eines bestimmten, höheren Druckes die Innennadel von ihrem Sitz angehoben und steuert eine zweite Gruppe von Spritzöffnungen zur Einspritzquerschnittsvergrößerung auf. Nach Zurücklegung eines vordefinierten Hubes stößt die Innennadel an einen Anschlag. Das Schließen und Öffnen der Innennadel kann zusätzlich noch durch einen Steuerkolben beeinflusst werden. Eine aktive, vom Kraftstoffdruck unabhängige Steuerung der Hohl-nadel ist nicht möglich. Dadurch ist diese Einspritzdüse nicht geeignet, um bei einem Speichereinspritzsystem eine motorkennfeldabhängige Veränderung des Spritzlochquerschnittes zu erreichen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile zu vermeiden und eine Einspritzdüse zu entwickeln, bei der auf möglichst einfache Weise der Spritzlochquerschnitt in Abhängigkeit des Motorkennfeldes, insbesondere bei einem Speichereinspritzsystem, verändert werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Hohl-nadel zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben verbunden ist. Dadurch ist es möglich, die Hohl-nadel unabhängig vom angelegten Kraftstoffdruck zu steuern. Die Hohl-nadel wird dabei vom

Steuerkolben in geschlossener Stellung gehalten, und es erfolgt keine Einspritzung. Beim Schalten des Steuerventiles wird der Druck im an den Steuerkolben grenzenden Steuerraum soweit reduziert, daß die Hohnadel von ihrem Sitz angehoben wird, und die Einspritzung über die obere Lochreihe erfolgt.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, daß die Feder über ein die Außennadel kreuzendes Druckstück auf die Innennadel einwirkt. Wenn der eingestellte Speicherdruck kleiner ist als der mittels der Federvorspannung der Feder eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel, so bleibt die Innennadel stets geschlossen. Unter diesen Bedingungen ist die Funktion des Einspritzventiles identisch mit der eines herkömmlichen Einspritzventiles mit einer einzigen Ventlnadel für ein Speichereinspritzsystem. Wird der Speicherdruck hingegen so weit erhöht, daß der durch die Federvorspannung der Feder bestimmte Öffnungsdruck überschritten wird, so öffnet die Innennadel unmittelbar nach dem Öffnen der Hohnadel und die Einspritzung erfolgt über beide Gruppen von Spritzlochreihen.

In einer sehr einfachen Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß das Druckstück - in Richtung der Nadelachse betrachtet - balken-, stern- oder kreuzförmig ist, wobei die Hohnadel entsprechende radiale Ausnehmungen für das Druckstück aufweist. Dabei kann weiters vorgesehen sein, daß die Hohnadel im Bereich des Druckstückes gabelförmig ausgeführt ist und dieses umschließt oder durchdringt.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist die Hohnadel von der Innennadel mechanisch entkoppelt, wobei die Außennadel und die Innennadel voneinander unabhängig bewegt werden können.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Innennadel nach einem vordefinierten Öffnungshub mit der Außennadel und/oder den Steuerkolben mechanisch gekoppelt ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, daß das Druckstück nach einem vordefinierten Hub der Innennadel auf einem mit dem Steuerkolben verbundenen Druckkolben aufliegt. Zwischen dem Druckstück und dem Druckkolben ist bei geschlossener Einspritzdüse ein Spiel von wenigen hundertstel Millimeter eingestellt. Beim Öffnungsbeginn der Hohnadel kann die Innennadel bereits nach einem geringen Hub der Hohnadel zufolge des raschen Druckanstieges im Sitzbereich schnell öffnen, allerdings nur so lange, bis das Druckstück am Druckkolben zur Anlage kommt. In weiterer Folge bewegen sich beide Nadeln gemeinsam bis zum Hubanschlag der Hohnadel. Beim Schließen wird zunächst die Innennadel vom Druckkolben über das Druckstück mit der Hohnadel mitbewegt. Gegen Ende des Schließvorganges kommt es zu einem starken Druckabfall im Sitzbereich der Innennadel, wodurch ein beschleunigtes Schließen der Innennadel auftritt und das Druckstück durch die Feder vom Druckkolben abgehoben wird.

In einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Hohnadel nach einem vordefinierten Hub mit der Innennadel mechanisch gekoppelt ist, wobei vorzugsweise weiters vorgesehen ist, daß die Hohnadel nach einem vordefinierten Hub am Druckstück aufliegt. Dadurch ist eine Einspritzverlaufsformung möglich. Die Hohnadel

beginnt dabei wie gewohnt bis zu einem bestimmten Hub zu öffnen, wodurch die Einspritzung nur über die erste Gruppe von Einspritzöffnungen erfolgt. Ab einem bestimmten Ventilhub liegt die Hohnadel am Druckstück auf und nimmt die Innennadel mit, wodurch zusätzlich die untere Gruppe von Einspritzöffnungen geöffnet wird und die Einspritzrate signifikant gesteigert wird. Die Feder ist dabei mit einer relativ hohen Kraft vorgespannt, um eine Einspritzverlaufsformung bis zum normalen Speicherdruck im gesamten Motorkennfeld zu ermöglichen.

In bestimmten Fällen kann gewünscht sein, daß die Innennadel bei hohem Speicherdruck unmittelbar nach der Hohnadel öffnet. Dies wird erreicht, wenn die Vorspannung der Feder entsprechend reduziert wird. Eine Einspritzverlaufsformung ist somit nur bis zu einem bestimmten Speicherdruck möglich. Das Schließen der Innennadel erfolgt in der bereits beschriebenen Weise.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einspritzdüse in einer ersten Ausführungsvariante, Fig. 2 und 3 weitere Ausführungsvarianten der Erfindung, Fig. 4 die Spitze der Einspritzdüse im Detail, Fig. 5a und 5b weitere Ausführungsvarianten der Einspritzdüse im Schnitt nach den Linien V-V in den Fig. 1 bis 3.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In einem kegeligen Bereich der Düsen Spitze 2a der Einspritzdüse 1 ist eine erste Gruppe 4 und eine zweite Gruppe 5 von Einspritzöffnungen 6 vorgesehen. Die erste Gruppe 4 der Einspritzöffnungen 6 wird durch eine Hohnadel 7 aufgesteuert. In der Hohnadel 7 ist eine Innennadel 8 konzentrisch zur Nadelachse 2 angeordnet, welche Innennadel 8 die zweite Gruppe 5 der Einspritzöffnungen 6 ansteuert. Die Hohnadel 7 ist mit einem Druckkolben 10 verbunden, welcher wiederum mit einem Steuerkolben 11 des elektro-hydraulischen Steuerteiles 12 in Verbindung steht. Die Innennadel 8 weist in ihrem der Düsen Spitze 2a abgewandten Bereich ein Druckstück 13 auf, auf welches eine Feder 14 einwirkt. Um insbesondere bei abgefallenem Kraftstoffdruck die Hohnadel 7 in einer genau definierten Schließstellung zu halten, kann eine beispielsweise auf den Druckkolben 10 wirkende Zusatzfeder 9 vorgesehen sein. Diese im Vergleich zur Feder 14 viel kleiner ausgelegte Zusatzfeder 9 hat im Normalbetrieb allerdings nur eine untergeordnete Wirkung und ist für die Funktion der Einspritzdüse 1 im Normalbetrieb nicht unbedingt erforderlich.

In den die Hohnadel 7 umgebenden Düsenraum 15 des Düsenkörpers 3 mündet eine mit dem nicht weiter dargestellten Speichereinspritzsystem verbundene Einspritzleitung 16.

Der elektro-hydraulische Steuerteil 12 weist einen Steuerzylinder 17 auf, in welchem der Steuerkolben 11 axial verschiebbar ist. In dem vom Steuerzylinder 17 aufgespannten Steuer-raum 18 mündet eine Hydraulikleitung 19, welche mit dem Speichereinspritzsystem verbunden sein kann. Der elektro-hydraulische Steuerteil 12 kann aber auch durch ein separates Hy-

drauliköl gespeist werden. Im Bereich der Mündung der Hydraulikleitung 19 ist eine Zulaufdrossel Z angeordnet. Der Steuerraum 8 steht weiters über eine Ablaufdrossel A mit einer nicht weiter dargestellten Leckölleitung in Verbindung. Der Öffnungsquerschnitt der Ablaufdrossel A wird über ein elektromagnetisch oder piezoelektrisch betätigbares Ventil 20 angesteuert.

Das Öffnungs- und Schließverhalten der Hohl-nadel 7 wird durch die Auslegung der Zusatzfeder 9, vor allem aber durch die Auslegung der Querschnitte der Zulaufdrossel Z und der Ablaufdrossel A definiert. Die Schließkraft der Innennadel 8 wird - zumindest im geschlossenen Zustand - nur durch die Feder 14 aufgebracht, weshalb diese größer ausgelegt werden muß, als die Zusatzfeder 9.

Im Bereich des Druckstückes 13 der Innennadel 8 ist die Hohl-nadel 7 gabelförmig gestaltet und umgibt teilweise das Druckstück 13. Das Druckstück 13 kann dabei im wesentlichen als einfacher Balken ausgeführt sein, wie in Fig. 5a gezeigt ist. Weiters denkbar ist eine - im Querschnitt - kreuzförmige Gestaltung des Druckstückes 13 (Fig. 5b). Die Ausnehmungen 21 der Hohl-nadel 7 sind dabei entsprechend geformt. Anstelle der gabelförmigen Gestaltung der Hohl-nadel 7 ist auch denkbar, daß die Hohl-nadel 7 einen radialen Schlitz oder eine radiale Bohrung aufweist, durch welche das balkenförmige oder bolzenförmige Druckstück 13 geführt ist. Weiters ist es möglich, daß die Feder 14 über eine - nicht weiter dargestellte - Zwischenscheibe am Druckstück 13 angreift.

Die Hohl-nadel 7 wird über den Druckkolben 10 vom Steuerkolben 11 im elektro-hydraulischen Steuerteil 12 in geschlossener Stellung gehalten, und es erfolgt keine Einspritzung. Beim Schalten des Ventiles 20 im elektro-hydraulischen Steuerteil 12 wird nun die Kraft auf die Hohl-nadel in Schließrichtung so weit reduziert, daß zufolge der wirksamen Ringfläche $(D_1^2 - D_2^2) \cdot \pi / 4$ die Hohl-nadel 7 von ihrem Sitz angehoben wird, und die Einspritzung über die erste, obere Gruppe 4 von Einspritzöffnungen 6 erfolgt. Das Schließen der Hohl-nadel 7 erfolgt in umgekehrter Weise und beendet somit einen Einspritzvorgang. Falls der eingestellte Speicherdruck kleiner ist als der mittels der Vorspannung der Feder 14 eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel 8, so bleibt die Innennadel 8 stets geschlossen. In diesem Fall ist die Funktion der Einspritzdüse 1 identisch mit der eines Standard-Injektors für ein Speichereinspritzsystem mit einer einzigen Düsennadel.

Wird nun der Speicherdruck so weit erhöht, daß der durch die Federvorspannung der Feder 14 bestimmte Öffnungsdruck überschritten wird, so öffnet die Innennadel 8 unmittelbar nach der Hohl-nadel 7 und die Einspritzung erfolgt über beide Gruppen 4, 5 von Einspritzöffnungen 6. Beim Schließvorgang der Hohl-nadel 7 kommt es zu einem starken Druckabfall im Sitzbereich der Innennadel 8, und diese schließt zufolge der Feder 14 fast gleichzeitig mit der Hohl-nadel 7.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante sind Hohl-nadel 7 und Innennadel 8 voneinander entkoppelt. Zwischen dem Druckstück 13 und dem Druckkolben 10 bzw. zwischen der Hohl-nadel 7 und dem Druckstück 13 ist bei jedem möglichen Nadelhub ein ausreichend großer Abstand gegeben, so daß eine gegenseitige Beeinflussung auszuschließen ist. Die Bewe-

gungen der beiden Nadeln 7, 8 sind somit voneinander mechanisch völlig unabhängig. Die Innennadel 8 arbeitet in herkömmlicher Weise und schließt nur abhängig vom Druck im Sitzbereich. Der maximale Hub der Innennadel 8 wird durch einen Hubanschlag 22 im Injektor-körper 23 des Einspritzventiles 1 bestimmt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante ist zwischen dem Druckstück 13 und dem Druckkolben 10 bzw. einem mit dem Druckkolben 10 verbundenen Ansatz 10a bei geschlossenen Nadeln 7, 8 ein Spiel H_1 von wenigen hundertstel Millimeter vorgesehen. Beim Öffnungsbeginn der Hohnadel 7 wird bereits nach einem geringen Hub die Innennadel 8 zufolge des Druckanstieges im Sitzbereich schnell geöffnet. Nach einem dem Spiel H_1 entsprechenden Hub kommt das Druckstück 13 am Druckkolben 10 bzw. an einem mit dem Druckkolben 10 verbundenen Ansatz 10a zur Anlage. Abhängig von den auf die Innennadel 8 wirkenden Kräften, nämlich hydraulische Kraft in Öffnungsrichtung, Federvorspannkraft der Feder 14 und hydraulische Kraft in Schließrichtung zufolge des aktuellen Drucks im Steuer-raum, sind zwei verschiedene Funktionen möglich. Überwiegen die Kräfte in Öffnungsrichtung, so bewegen sich beide Nadeln 7, 8 gemeinsam bis zum Hubanschlag 22a im Steuerteil 12. Beim Schließen wird zunächst die Innennadel 8 vom Druckkolben 10 mitbewegt. Gegen Ende des Schließvorganges tritt ein starker Druckabfall im Sitzbereich der Innennadel 8 auf, wodurch diese schneller schließt. Überwiegen die Kräfte in Schließrichtung, bleibt die Innennadel 8 stets geschlossen.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung, mit der eine Einspritzverlaufsformung möglich ist. Dabei beginnt die Hohnadel 7 wie gewohnt bis zu einem bestimmten Hub, beispielsweise 0,1mm, zu öffnen, wobei die Einspritzung nur über die erste, obere Gruppe 4 von Einspritzöffnungen 6 erfolgt. Bei einem bestimmten Hub H_2 liegt die Schulter 24 am Druckstück 13 auf, wodurch die Hohnadel 7 die Innennadel 8 mitnimmt. Dies bewirkt, daß zusätzlich die zweite, untere Gruppe 5 von Einspritzöffnungen 6 geöffnet und die Einspritz-rate signifikant gesteigert wird. Bei einer relativ hohen Federvorspannung der Feder 14 ist diese Funktion bis zum maximalen Speicherdruck im gesamten Motorkennfeld verfügbar. Bei hohem Speicherdruck kann die Innennadel 8 aber auch sofort nach der Hohnadel 7 öffnen, wenn der eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel 8 mittels der Feder 14 reduziert wird. Die Einspritzverlaufsformung ist in diesem Fall nur bis zu einem bestimmten Speicherdruck wirksam. Die Innennadel 8 schließt generell sofort in der bereits beschriebenen Weise nach der Hohnadel 7.

Durch die beschriebene Gestaltung der Einspritzdüse 1 ist ein in Abhängigkeit des Motorkennfeldes variabler Spritzlochquerschnitt möglich, ohne daß weitere Zusatzstellglieder erforderlich sind. Im emissionsrelevanten Betriebsbereich bei relativ niedriger Drehzahl und Last bzw. bei Speicherdrücken bis z. B. 1000 bar ist nur die erste Gruppe 4 von Einspritzöffnungen 6 geöffnet, wodurch ein entsprechend kleiner Spritzlochquerschnitt realisiert ist. In der Nähe der Nennleistung, z. B. bei Speicherdrücken deutlich über 1000 bar, arbeiten beide Gruppen 4, 5 von Einspritzöffnungen 6 mit entsprechend großem Gesamtspritzlochquerschnitt gleichzeitig.

ANSPRÜCHE

1. Einspritzdüse (1) für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper (3) axial verschiebbaren Hohl-nadel (7), die eine erste Gruppe (4) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und einer in der Hohl-nadel (7) konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder (14) belasteten Innennadel (8), die eine zweite Gruppe (5) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventilenadeln (7, 8) in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff, beaufschlagten Steuerkolben (11), wobei sowohl die Hohl-nadel (7) als auch die Innennadel (8) durch Kraftstoffdruck geöffnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohl-nadel (7) zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben (11) verbunden ist.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Federkraft der auf die Innennadel (8) wirkenden Feder (14) so groß eingestellt ist, daß das Öffnen der Innennadel (8) bei höherem Kraftstoffdruck erfolgt als das Öffnen der Hohl-nadel (7).
3. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ~~zweite~~ Feder (14) über ein die Hohl-nadel (7) kreuzendes Druckstück (13) auf die Innennadel (8) einwirkt.
4. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Druckstück (13) - in Richtung der Nadelachse (2) betrachtet - balken-, stern- oder kreuzförmig ist, wobei die Hohl-nadel (7) entsprechende radiale Ausnehmungen (21) für das Druckstück (13) aufweist.
5. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohl-nadel (7) im Bereich des Druckstückes (13) gabelförmig ausgeführt ist und dieses umschließt oder durchdringt.
6. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innennadel (8) nach einem vordefinierten Öffnungshub (H_1) mit der Hohl-nadel (7) und/oder dem Steuerkolben (11) mechanisch gekoppelt ist.
7. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß Hohl-nadel (7) und die Innennadel (8) mechanisch voneinander entkoppelt sind.
8. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Druckstück (13) nach dem vordefinierten Hub (H_1) der Innennadel (8) auf einem mit dem Steuerkolben ¹¹~~(13)~~ verbundenen Druckkolben (10) aufliegt.
9. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohl-nadel (7) nach einem vordefinierten Hub (H_2) mit der Innennadel (8) mechanisch gekoppelt ist.

10. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohnadel (7) nach dem vordefinierten Hub (H_2) am Druckstück (13) aufliegt.

Fig. 1

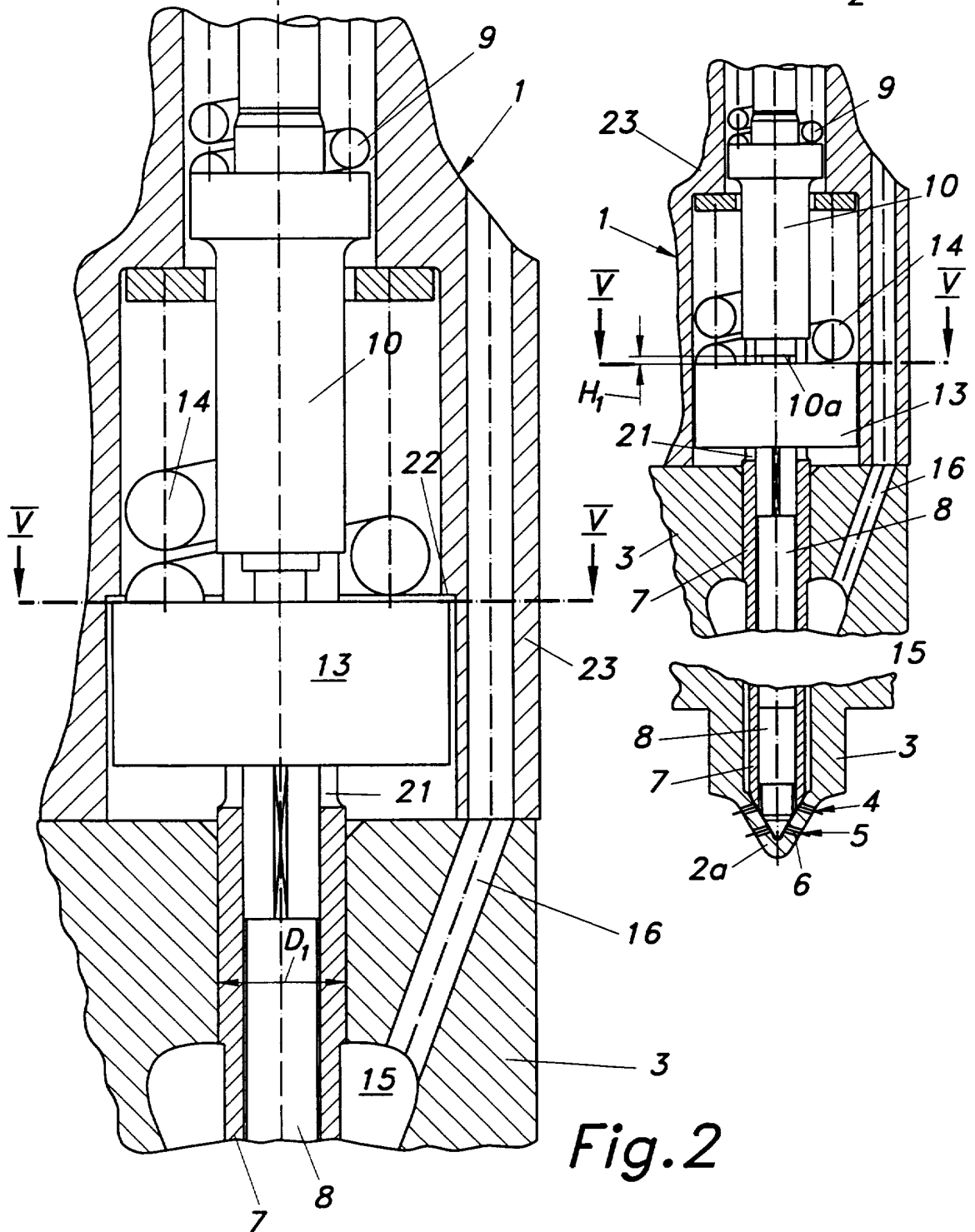
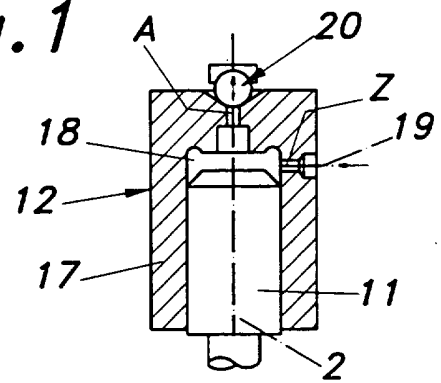


Fig. 2

Fig.3

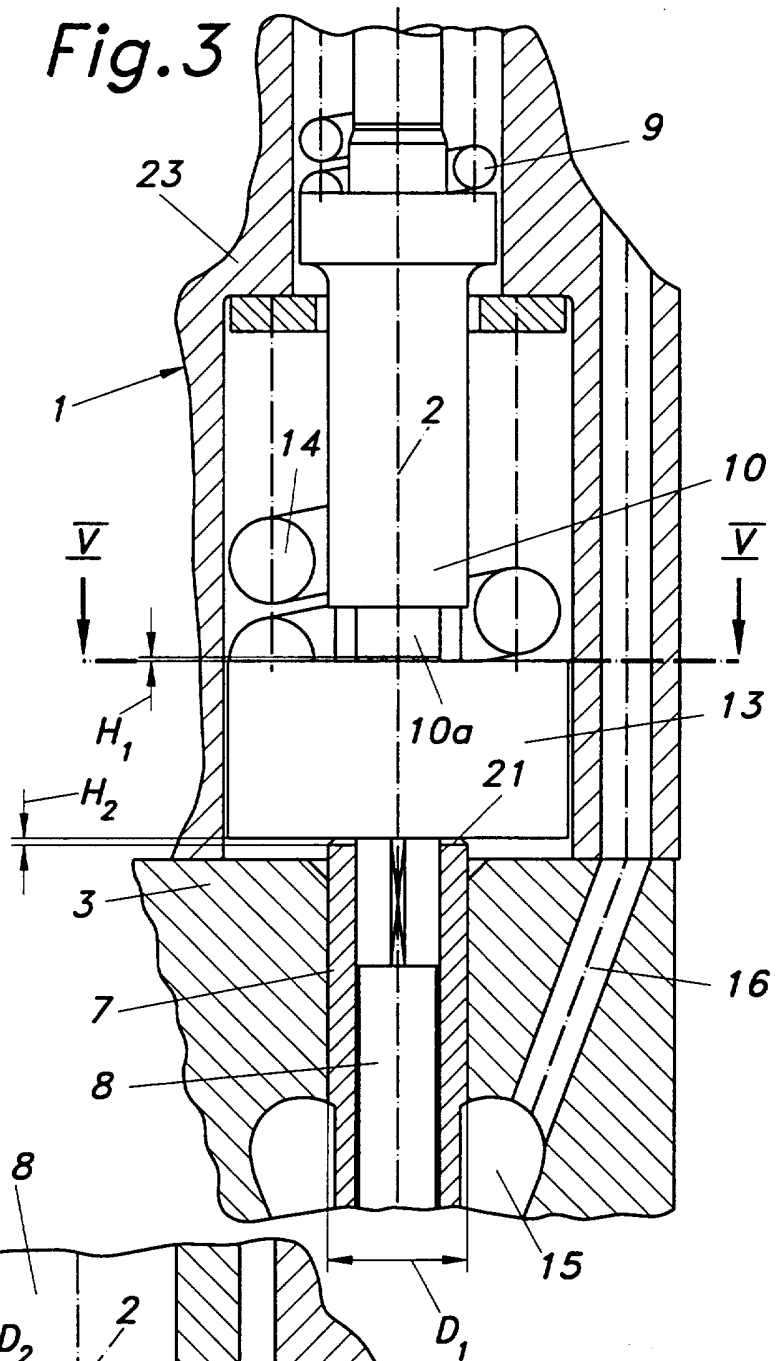


Fig.5a

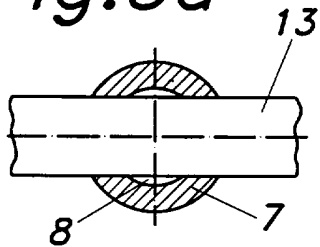


Fig.5b

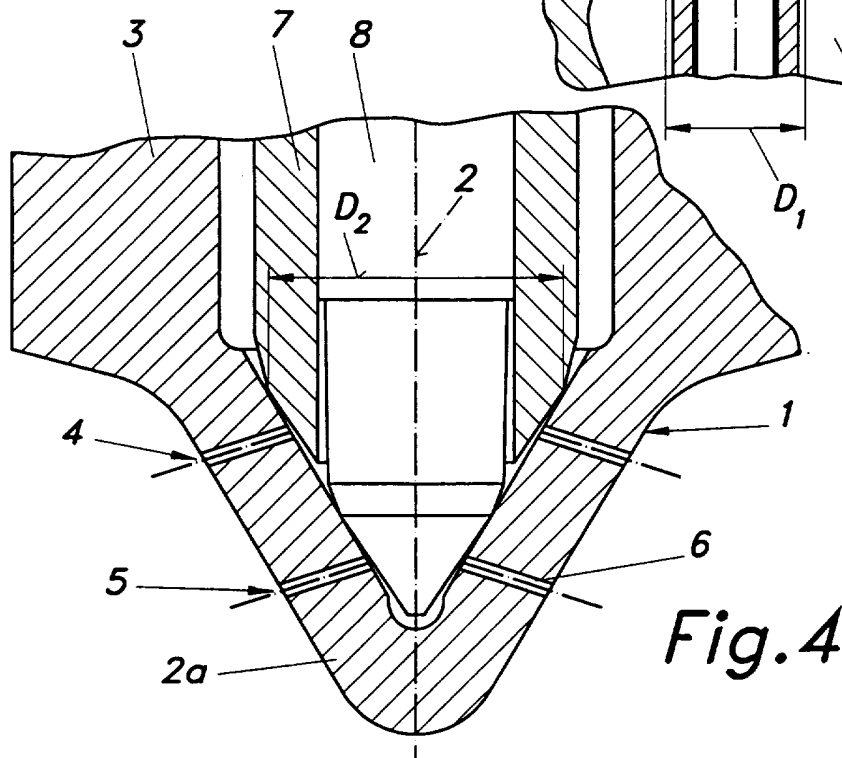
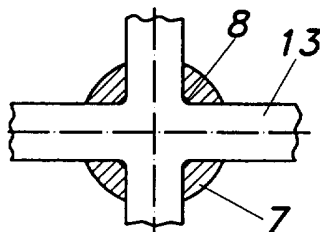


Fig.4