



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 670 682 A5

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>: F 02 M 47/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteiner Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 5133/85

㉒ Anmeldungsdatum: 03.12.1985

㉔ Patent erteilt: 30.06.1989

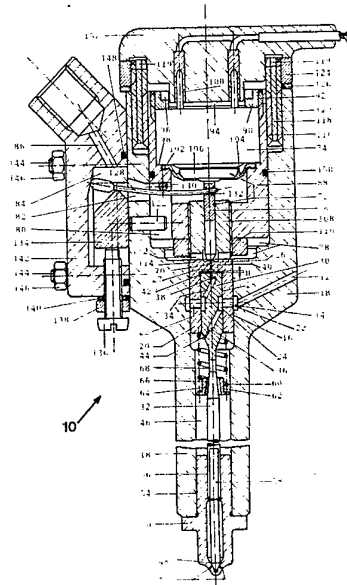
④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.06.1989

⑦③ Inhaber:  
Marco Alfredo Ganser, Zürich

⑦② Erfinder:  
Ganser, Marco Alfredo, Zürich

⑤④ **Brennstoffeinspritzventil für Kolbenbrennkraftmaschinen.**

⑤⑦ Das Brennstoffeinspritzventil (10) eignet sich zur Brennstoffeinspritzung bei Dieselmotoren. Der Öffnungs- und Schliessvorgang der Düsennadel (32), welche den Brennstoffstrom durch die Einspritzbohrungen (52) steuert, wird vom Brennstoffdruck in einem Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) bestimmt. Ein zylinderförmiges Element (20) ummantelt das Führungselement (30). Wird der Elektromagnet (74) mit einem elektrischen Impuls gegebener Dauer erregt, bewegt sich die Pilotnadel (72) kurzzeitig von ihrem Sitz (70) weg. Es entsteht eine Strömung in den zwei kleinen Bohrungen (26, 38), welche den Druck im Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) steuert. Die Einspritzventilkonstruktion ermöglicht den Ein- und Ausbau der Düsenbestandteile von dem der Düsenspitze (50) entgegengesetzten Ende des Einspritzventilgehäuses (18). Das Gehäuse (18) besteht folglich aus einem Werkstück, womit die kleinen Aussenabmessungen des Gehäuses (18) und die breiten Herstellungstoleranzen der Düsenbestandteile den Herstellungsaufwand gegenüber bereits bekannten Lösungen erheblich vermindern.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Brennstoffeinspritzventil (10) zur intermittierenden Brennstoffzufuhr in den Brennraum einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einer Düsenadel (32), deren eines Ende als Dichtsitz (48) gestaltet ist und mit einem in der Frontpartie des Ventilgehäuses (18) angebauten Dichtsitz zusammenwirkt, beim Öffnen der Düsenadel (32) Brennstoff dem Brennraum zugeführt wird und beim Schliessen der Düsenadel (32) die Brennstoffzufuhr zum Brennraum unterbrochen wird, der Öffnungs- und Schliessvorgang der Düsenadel (32) vom Brennstoffdruck auf der Stirnseite (40) eines am anderen Ende der Düsenadel (32) vorhandenen Führungselementes (30) gesteuert wird, der Brennstoffdruckpegel auf der Stirnseite (40) dieses Führungselementes (30) von zwei Steuerbohrungen (26, 38) und von einem elektromagnetisch gesteuerten Ventil (72), welches ein Ende der einen Steuerbohrung (26) öffnen und schliessen kann, gesteuert wird, mit einem Solenoid (74), der dieses Ventil (72) betätigt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkstück das Einspritzventilgehäuse (18) bildet, worin die Düsenadel (32) und die den Druck auf der Stirnseite (40) der Düsenadel (32) steuernden Elemente (26, 38, 42, 72, 74) samt Steuerbohrungen (26, 38), Solenoid (74) und elektromagnetisch betätigbarem Ventil (72) von dem der Düsenadel (32) entgegengesetzten Ende des Einspritzventilgehäuses (18) ein- und ausbaubar sind.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, mit einem vom Einspritzventilgehäuse (18) ausbaubaren Gehäuse (88), das sich auf derselben Längsachse wie die Düsenadel (32) befindet, in welchem der Solenoid (74), das vom Solenoid (74) betätigbare, axial verschiebbare Ventil (72) und Elemente (90, 108, 110) zum Einstellen des Hubes dieses elektromagnetisch betätigten Ventils (72) zu einer Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) zusammengesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, dass diese Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) zum Einstellen eines erwünschten Hubes der Düsenadel (32) in Längsrichtung auf jener der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) und der Düsenadel (32) gemeinsamen Längsachse verschiebbar ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Verschiebung der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110), welche aus einem Gehäuse (88), dem Solenoid (74) samt elektromagnetisch betätigtem Ventil (72) und den Elementen (108, 110) zum Einstellen des Hubes des elektromagnetisch betätigten Ventils besteht, ohne Drehung dieser Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) möglich ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Verschiebung der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) von der Drehung eines mit einem Innen- und einem Aussengewinde versehenen Zwischenelementes (118) abhängig gemacht wird, das Innengewinde dieses Zwischenelementes (118) mit einem am Aussenrand des Gehäuses (88) der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) angefertigten Gewinde (116) zusammenpasst, das Aussengewinde dieses Zwischenelementes (118) mit einem am Innenrand des Einspritzventilgehäuses (18) angefertigten Gewinde (120) passt, wobei das Innen- und das Aussengewinde dieses Zwischenelementes (118) eine unterschiedliche Steigung aufweisen.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Hub des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) durch Drehung einer in der Frontpartie des Gehäuses (88) der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) verschraubten, gelochten Schraube (108) eingestellt werden kann, die Bohrung in der Schraube (108) als Führung für den Schaft (76) des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) benützt wird und die Schraube (108) nach ausgeführter Einstelloperation mit einer Kontermutter (110) an das Gehäuse

(88) der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) blockiert wird, wobei die ganze Einstelloperation ausgeführt werden kann, bevor die Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) in das Einspritzventilgehäuse (18) eingebaut wird.

6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 mit dem elektromagnetisch betätigbaren Ventil (72) welches aus einem Anker (106) aus weichmagnetischem Werkstoff und einem Schaft (76) aus hartem Material besteht, der Schaft (76) an einem Ende fest mit dem Anker (106) verbunden ist, am andern Ende einen Dichtsitz (70) aufweist, der zusammen mit einem in einem weiteren Düsenelement (20) vorhandenen Sitz zusammenwirkt, um den Druck auf der Stirnseite (40) des Führungselementes (30) der Düsenadel (32) zu steuern, dadurch gekennzeichnet, dass eine Biegebalkenfeder (128) ihre der elektromagnetischen Anziehungskraft entgegengesetzte Rückstellkraft am Schaft (76) des elektromagnetisch betätigbaren Ventils (72) einleitet, an einer Stelle (132), welche sich zwischen dem Anker (106) und dem Dichtsitz (70), dieses Ventils (72) befindet.

7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ende der Biegebalkenfeder (128) in einer Bohrung (132) im Schaft (76) des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) aufliegt und dadurch seine Auflagekraft dem Ventil (72) überträgt.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung (130, 134, 136, 138, 140) zum Einstellen der gewünschten Rückstellkraft der Biegebalkenfeder (128) vorhanden ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (130, 134, 136, 138, 140) aus einem Element (134) besteht, das die Feder (128) in umfangs- und radialer Richtung führt und auf dem jenes der Auflagedelle (132) am Schaft (76) des Ventils (72) entgegengesetztes Ende der Biegebalkenfeder (128) aufliegt, aus einem Stift (130), der zwischen diesen Auflagedellen eine mittlere Auflage bildet und einer Schraube (136) mit Kontermutter (138), mit der das die Feder (128) führende Element (134) in Längsrichtung verschoben werden kann, um die Biegebalkenfederkraft zu verändern.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Bohrung (26) und die andere Bohrung (38, bzw. 194), welche auf einer gemeinsamen Längsachse liegend, einen einzigen, beiden Bohrungen (26, 38, bzw. 26, 194) gemeinsamen Brennstoffstrahl entstehen lassen, wenn sich das elektromagnetisch betätigte Ventil (72) vom Dichtsitz (70) wegbewegt, worin ein Ende der einen Bohrung (26) mündet, wobei jener Druckverlauf, der im Raum (42, 200) um die Trennstelle der Bohrungen (26, 38 bzw. 26, 194) hervorgerufen wird, den Druck auf der Stirnseite (40) des Führungselementes (30) der Düsenadel (32) zumindest mitbestimmt.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die andere Bohrung (38) im Führungselement (30) der Düsenadel (32) angefertigt ist, wobei ein Ende dieser anderen Bohrung (38) mit der Brennstoffströmbohrung (12) des Einspritzventilgehäuses (18) verbunden ist, das andere Ende dieser anderen Bohrung (38) in die Stirnseite (40) des Führungselementes (30) der Düsenadel (32) mündet.

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Bohrung (26) in einem sonst abgeschlossenen Ende eines zylinderförmigen Elementes (20) angefertigt ist, das zylinderförmige Element (20) inwändig eine Führung (28) aufweist, welche das Führungselement (30) der Düsenadel (32) führt und an der äusseren Mantelfläche das zylinderförmige Element (20) von einer Führung (16) des Einspritzventilgehäuses (18) geführt wird.

13. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 11

und 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (42) um die Trennstelle der einen Bohrung (26) und der anderen Bohrung (38) zwischen der Stirnseite (40) des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) und der inwändig im zylinderförmigen Element (20) definierten Hubanschlagfläche des Führungselementes (30) gebildet wird.

14. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass jenes Ende der einen Bohrung (26), welches in den Raum (42) um die Trennstelle der einen Bohrung (26) und der anderen Bohrung (38) mündet, eine trichterförmige Ansenkung (27) aufweist.

15. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, mit einem unmittelbar um die Düsennadel (32) angeordneten Speicher (46), dessen Volumen das bei jeder Einspritzung eingespritzte Brennstoffvolumen wesentlich übersteigt, mit einer Drosselbohrung (44) welche die einzige Kommunikationsöffnung zwischen der Hochdruckeingangsleitung (12) und dem Speicher (46) bildet, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselbohrung (44) im Führungselement (30) der Düsennadel (32) angefertigt ist.

16. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, mit einer Düsennadelfeder (60), welche die Düsennadel (32) mit einer Kraft in Schliessrichtung der Düsennadel (32) beaufschlagt, dadurch gekennzeichnet, dass die Federkraft mittels eines oder mehrerer von der Düsennadel (32) demontierbar angebaute Zwischenelemente (62, 64) auf die Düsennadel (32) übertragen wird.

17. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die demontierbaren Elemente (62, 64) aus einem äusseren, am Umfang geschlossenen Zwischenelement (62) auf deren flachen Erweiterung die Düsennadelfeder (60) sitzt, und einem einseitig geschlitzten, zumindest inwändig konischen oder zwei halbkreisförmigen, zumindest inwändig konischen Element (64) bestehen, die Düsennadel (32) selbst ein konisches Teilstück (66) aufweist, auf das diese demontierbaren Elemente (62, 64) von der Federkraft gedrückt werden.

18. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, mit einem unmittelbar um die Düsennadel (32) angeordneten Speicher (46), dessen Volumen das bei jeder Einspritzung eingespritzte Brennstoffvolumen wesentlich übersteigt, mit einem Druckdifferenzventil (154), das bei einer gegebenen Druckdifferenz eine Verbindung (14, 156, 160, 162) zwischen der Brennstoffeingangsbohrung (12) und dem Speicher (46) herstellt und aus einem mit einer vorgespannten Feder (166) belasteten Kugelventil (158) besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung (14, 156, 160, 162) von der Brennstoffeingangsbohrung (12) zum Druckdifferenzventil (154) über zumindest eine um das Führungselement (30) der Düsennadel (32) angebrachten Ringnute (14, 24) und zumindest einer Bohrung (156), deren eines Ende in die Ringnute (14, 24), deren zweites Ende mit dem Druckdifferenzventil (154) in Verbindung steht, hergestellt wird.

19. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannkraft der Feder (166) des Druckdifferenzventils (154) mit einer Vorrichtung (168, 170, 172, 174) verändert werden kann.

20. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (182; 202; 214, 230) vorgesehen sind, um die Düsennadelöffnungsbewegung zu hemmen und aber die Düsennadelschliessbewegung rascher als die Öffnungsbewegung stattfinden kann.

21. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 1, 10, 12 und 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungsbewegung der Düsennadel (32) von einem einseitig im Innern (184) des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) geführten Zwischenventil (182) gehemmt wird, das Zwischenventil (182) unmittelbar vor und während der Öff-

nungsbewegung der Düsennadel (32) von einer Feder (188) und von Druckkräften an einem dem Zwischenventil (182) und dem zylinderförmigen Element (20) gemeinsamen Dichtsitz (186) gedrückt wird, das Zwischenventil (182) während der Schliessbewegung der Düsennadel (32) von Druckkräften entgegen der Kraft der Feder (188) von diesem Dichtsitz (186) wegbewegt wird.

22. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Zwischenventil (182) angebrachte kleine Bohrung (192) den Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) mit der im Zwischenventil (182) in Längsrichtung angefertigten kleinen Bohrung (194) verbindet, der Raum (200) um die Trennstelle der einen Bohrung (26) und einer zweiten Bohrung (194) sich zwischen jenem dem Zwischenventil (182) und dem zylinderförmigen Element (20) gemeinsamen Sitz (186) und der Einmündung der einen Bohrung (26) befindet.

23. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenventil (182) zumindest eine Bohrung (202) aufweist, welche von einer auf der Längsachse des Zwischenventils (182) angefertigten Bohrung (198) in jenem dem Zwischenventil (182) und dem zylinderförmigen Element (20) gemeinsamen Sitz (186; 204; 206, 208) mündet, der während dem Schliessvorgang der Düsennadel (32) wegen der Bewegung des Zwischenventils (182) weg vom Dichtsitz (186; 204; 206, 208) freigegebene Querschnitt eine Strömung von dieser zumindest einen Bohrung (202) in den Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) gestattet.

24. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 21 und 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Zwischenventil (182) angefertigte kleine Bohrung (192) nur den Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) mit der Stirnseite (206, 208) des Zwischenventils (182) derart verbindet, dass die beim Schaltvorgang des elektromagnetisch gesteuerten Ventils (72) vorhandene Strömung in der einen Bohrung (26) eine Strömung in dieser kleinen Bohrung (192) hervorruft.

25. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein zylindrischer Einsatz (218) in einer mit dem Führungselement (30) der Düsennadel (32) gemeinsamen Bohrung (220) des Einspritzventilgehäuses (18) eingepasst ist, der Einsatz (218) eine Ringnute (228) aufweist, welche mit der Hochdruckeingangsleitung (12) verbunden ist, von der Ringnute (228) aus zumindest eine Bohrung (230) in einen Dichtsitz (226) mündet, der dem Einsatz (218) und einem Zwischenventil (214) gemeinsam ist, das Zwischenventil (214) während dem Öffnungsvorgang der Düsennadel (32) von einer Feder (212) und von Druckkräften an den Dichtsitz (226) gedrückt wird, im Zwischenventil (214) eine Bohrung (224) den Raum stirnseitig des Führungselementes (30) der Düsennadel (32) mit einer im Einsatz (218) angefertigten Bohrung (236) verbindet, das Zwischenventil (214) während dem Schliessvorgang der Düsennadel (32) von Druckkräften von seinem mit dem Einsatz (218) gemeinsamen Dichtsitz (226) wegbewegt wird und folglich eine Strömung von der Ringnute (228) über die in den Dichtsitz (226) mündende zumindest eine Bohrung (230) in den Raum (42) stirnseitig des Führungselementes (30) stattfindet.

26. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass von der Ringnute (228) aus eine kleine Bohrung (232) sich mit der im Einsatz (218) vorhandenen kleinen Bohrung (234) schneidet, deren eines Ende vom elektromagnetisch betätigten Ventil (72) geöffnet und geschlossen werden kann.

27. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 21 und 25, dadurch gekennzeichnet, dass jener dem Zwischenventil (188; 214) und dem zylinderförmigen Element (20)

oder dem zylindrischen Einsatz (218) gemeinsamen Dichtsitz (186; 204; 206; 226) ein konischer- oder ein flacher Sitz ist.

28. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 2, 5, 12 und 25, dadurch gekennzeichnet, dass ein ebenes Ende der in der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) vorhandenen, gelochten Schraube (108), womit der Hub des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) eingestellt wird und das ebene, abgeschlossene Ende des zylinderförmigen Elementes (20) oder das ebenfalls ebene Ende des zylindrischen Einsatzes (218) sich berühren, wodurch die axiale Verschiebung der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) eine gleiche Verschiebung des zylinderförmigen Elementes (20) oder des zylindrischen Einsatzes (218) hervorruft, die einer Veränderung des Hubes der Düsenadel (32) gleichkommt.

29. Brennstoffeinspritzventil nach den Ansprüchen 2, 5, 12, 25 und 28, dadurch gekennzeichnet, dass sich auf einer Ebene mit dem flachen Ende des zylinderförmigen Elementes (20) oder des zylindrischen Einsatzes (218) der Dichtsitz um das eine Ende der kleinen Bohrung (26; 234) befindet, die vom dazugehörigen Dichtsitz am Schaft (76) des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) geöffnet oder geschlossen werden kann, wodurch der Hub des elektromagnetisch betätigten Ventils (72) beibehalten wird, der vor dem Einbau der Baueinheit (72, 74, 88, 90, 108, 110) in das Einspritzventilgehäuse (18) justiert wurde.

#### BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil gemäss Oberbegriff des Anspruches 1. Ein solches Brennstoffeinspritzventil wird mit Vorteil bei Kolbenbrennkraftmaschinen verwendet.

Aus den Veröffentlichungen gemäss CH-PS 434 875, US-PS 3 464 627, DE-PS 1 933 489.5, US-PS 3,610,529, US-PS 3,680,782, DE-PS 3 227 742.3, AT-PS 14 A 3371/81, und US-PS 06/400,237 sind verschiedene Auslegungen von Brennstoffeinspritzventilen mit einem Speicher, welcher im Einspritzventil untergebracht ist, bekannt.

In den Einspritzventilausführungen gemäss den oben aufgeführten Veröffentlichungen und im Brennstoffeinspritzventil der vorliegenden Erfindung ist der Brennstoff im Einspritzventil dauernd unter hohem Druck während dem Betrieb der Brennkraftmaschine. Eine besondere Bedeutung hat daher die Tatsache, dass diese Einspritzventile nach aussen dicht sein müssen. In den oben aufgeführten Veröffentlichungen besteht aber gerade das Einspritzventilteilstück, welches unter hohem Druck steht, aus mehreren Bestandteilen, welche miteinander auf dichte Weise zusammengebaut werden müssen. Wegen dem hohen Brennstoffdruck und den daraus resultierenden grossen Druckkräften fallen diese Teile aus Festigkeitsgründen massiv aus. Um die Aussenabmessungen des Einspritzventils möglichst gering zu halten, muss ferner ein kleinerer als der optimal erwünschte Speicher für eine bestimmte Anwendung gewählt werden. Dies, da der Einbau des Brennstoffeinspritzventils in den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine keine Platzprobleme mit andern Organen der Brennkraftmaschine hervorrufen soll.

Ein erster Vorteil des Brennstoffeinspritzventils der vorliegenden Erfindung gemäss Anspruch 1 besteht folglich darin, dass das Einspritzventilgehäuse aus einem Werkstück besteht, worin alle notwendigen Ventilelemente von der dem Dichtsitz der Düsenadel in der vorderen Partie des Einspritzventilgehäuses entgegengesetzten Seite ein- und ausgebaut werden können. Dabei ist keine Schnittfläche durch eine Region mit hohem Brennstoffdruck vorhanden, und die

Aussenabmessungen des Einspritzventils fallen auch dann günstig aus, wenn der Akkumulator im Einspritzventil die optimale Grösse für eine bestimmte Anwendung besitzt.

Ferner wird durch die vorgeschlagene Konstruktion der vorliegenden Erfindung, wegen obiger Tatsache, der gesamte Bauaufwand des Einspritzventils vermindert.

Eine einfache Ventilkonstruktion liegt dann vor, wenn die Anzahl genauer Passungen und fein bearbeiteter Oberflächen minimal gehalten werden. Im weiteren ist es günstiger, wenn die Einspritzventile beim Zusammenbau der Einzelteile maschinell von einem Automaten tariert werden können. Auch die Anzahl der Ventilbestandteile muss klein gehalten werden, und ihre Form muss einfach herstellbar sein. Alle diese günstigen Eigenschaften werden von der vorgeschlagenen Einspritzventilkonstruktion realisiert.

Bei Brennstoffeinspritzventilen mit einem Speicher im Einspritzventil wird der Brennstoff unter hohem Druck gesetzt und dem Sitz der Zerstäuberdüse des Einspritzventils vorgelagert. In den bereits bekannten Ausführungsformen öffnet bei Beginn der Einspritzung die Düsenadel rasch und verursacht einen raschen Anstieg des Brennstoffstroms, welcher in den Motorbrennraum gelangt. Dies ist eine in bezug auf die Verbrennung im Motor unerwünschte Eigenschaft von Akkumulatorventilen, denn hoher Lärm- und Schadstoffausstoss sind die Folgen davon.

Um diesen Nachteil zu eliminieren, muss der Brennstoffstrom vom Einspritzventil in den Motor beim Beginn der Einspritzung auf kontrollierbare Weise einen nicht abrupt ansteigenden Verlauf zeigen. Dies kann durch eine gesteuerte Öffnungsbewegung der Düsenadel realisiert werden, was durch eine weitere vorteilhafte Errungenschaft der vorliegenden Erfindung ermöglicht wird. Der gesamte zeitliche Verlauf des Brennstoffstromes vom Einspritzventil in den Motor während einem Einspritztakt wird Einspritzgesetz genannt, und jeder momentane Wert des Brennstoffvolumenstromes wird Einspritzrate genannt.

Unter Steuerung des Einspritzgesetzes versteht man folglich die Möglichkeit, bei Speicherventilen einen zu Beginn der Einspritzung langsam ansteigenden Verlauf des Brennstoffstroms von der Zerstäuberdüse in den Motorbrennraum zu erzielen. Dies soll ein abruptes Ende des Einspritzvorganges nicht beeinträchtigen, eine Eigenschaft, die ebenfalls von der Motorverbrennung gefordert wird.

Die Konstruktion eines Akkumulierventils und einige Ausführungsvarianten von Ventilelementen werden nachstehend beschrieben, damit die konstruktiven Lösungen in Hinsicht auf obige gewünschten Eigenschaften ersichtlich werden. Die Figuren 1 bis 8 stellen folgendes dar:

Fig. 1 Ein Längsschnitt eines Akkumulier-Brennstoffeinspritzventils gemäss der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 Ein vergrößerter Teilabschnitt des Längsschnitts von Figur 1 in welchem die Einzelheiten der zur Steuerung der Öffnungs- und Schliessbewegung der Düsenadel verantwortlichen Komponenten gezeigt werden, zusammen mit dem, während dem Betrieb des Einspritzventils, für diese Steuerung verantwortlich Strahl.

Fig. 3 Ein gebrochener Längsschnitt eines Akkumulier-Brennstoffeinspritzventils mit einer, gegenüber Figur 1, alternativen Methode zur Speisung des Akkumulators des Einspritzventils.

Fig. 4 Ein vergrößerter Teilabschnitt einer alternativen Konstruktion zur Steuerung einer besonders langsamen Öffnungsbewegung der Düsenadel gemäss der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 Ein vergrößerter Teilabschnitt einer zweiten, alternativen Konstruktion zur Steuerung einer besonders langsamen Öffnungsbewegung und einer besonders raschen

Schliessbewegung der Düsennadel gemäss der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 Eine alternative Ausführungsform von Fig. 5.

Fig. 7 Eine zweite alternative Ausführung der Figuren 5 und 6.

Fig. 8 Ein vergrösserter Teilabschnitt einer dritten alternativen Konstruktion zur Steuerung einer besonders langsamen Öffnungsbewegung und einer besonders raschen Schliessbewegung der Düsennadel gemäss der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt eines Speichereinspritzventils 10. Der Brennstoff wird von einer nicht gezeigten Pumpe unter Druck gesetzt und gelangt über die Zufuhrbohrung 12 im Einspritzventilgehäuse 18 in die Ringnute 14. In einer im Einspritzventilgehäuse 18 auf der Einspritzventil-Längsachse angeordneten Führung 16 ist ein Ventilelement 20 geführt, das mit dem Namen «Nadelkappe» bezeichnet wird. Die Nadelkappe 20 ist axial verschiebbar und weist eine Paarung mit genauer Passung mit der Bohrung 16 im Einspritzventilgehäuse 18 auf. Die genaue Passung reduziert die Brennstoffleckage von der Ringnute 14 in die benachbarten Stellen im Einspritzventilgehäuse 18.

Nadelkappe 20 weist zwei Bohrungen 22 auf, welche die Ringnute 14 mit der Ringnute 24 verbinden. Nadelkappe 20 ist an ihrem oberen Ende bis auf eine kleine Bohrung 26 abgeschlossen. Bohrung 26 ist auf der Einspritzventil-Längsachse angeordnet und weist an einem Ende eine konische Ansenkung 27 auf. Nadelkappe 20 weist inwändig eine genaue Führung 28 auf, worin der Führungskolben 30 der Düsennadel 32 geführt ist. Von der Ringnute 24 des Führungskolbens 30 gehen zwei Bohrungen 34 und 36 aus.

In Bohrung 34 mündet ein Ende der kleinen Bohrung 38, deren anderes Ende sich auf der Stirnseite 40 des Führungskolbens 30 der Düsennadel 32 befindet. Bohrung 38 ist ebenfalls auf der Einspritzventil-Längsachse angeordnet. Die Nadelkappe 20 und die Stirnseite 40 des Führungskolbens 30 definieren einen kleinen Raum 42. Der Abstand zwischen der Stirnseite 40 und der inwändigen, waagrechten, kreisförmigen Fläche der Nadelkappe 20 entspricht, wie in Fig. 1 bei geschlossener Düsennadel 32 gezeigt wird, dem Nadelhub «H» der Düsennadel 32.

Der kleine Raum 42 kommuniziert nur über die Bohrung 38 mit der Hochdruckeingangsleitung 12. Über Bohrung 26 kann der kleine Raum 42 mit weiteren Stellen mit niedrigem Druckpegel in Verbindung gesetzt werden, wie später erläutert wird. Ausser diesen zwei kleinen Bohrungen 26 und 38 ist der kleine Raum 42 im wesentlichen abgeschlossen. Es ist wichtig, wie wir später sehen werden, dass Bohrung 26 und 38 auf einer Achse liegen und dass Bohrung 26 inwändig eine konische Ansenkung 27 (analog einem Trichter) aufweist.

In Bohrung 36 mündet ein Ende einer kleinen Bohrung 44, deren anderes Ende mit dem Düsenspeicher 46 in Verbindung steht. Damit kommuniziert der Düsenspeicher 46 mit der Hochdruckeingangsleitung 12.

Die Querschnitte der drei Bohrungen 26, 38, 44 sind viel kleiner als die Querschnitte der weiteren Verbindungsbohrungen zur Hochdruckeingangsleitung 12.

Der Düsenspeicher 46 dehnt sich von der Unterseite der Nadelkappe 20 bis zum Dichtsitz 48 der Düsenspitze 50 aus; die Düsenspitze 50 weist die Einspritzbohrungen 52 auf, welche in Sitzlochausführung gezeigt sind. Eine Ausführung dieses Elementes mit einem Sackloch oder mit einer Drosselzapfendüse könnte ebenfalls verwendet werden. Die Düsennadel 32 dichtet auf dem Dichtsitz 48 und verhindert in der in Fig. 1 gezeigten Lage den Brennstoffdurchfluss durch die Einspritzbohrung 52. Die Düsennadel 32 kann zur Bewerkstelligung von Brennstoffeinspritzungen axial verschoben

werden. Das Volumen vom Düsenspeicher 46 ist viel grösser als das bei jedem Einspritzvorgang gesamthaft eingespritzte Brennstoffvolumen.

Die Düsenspitze 50 ist mit dem Einspritzventilgehäuse 18 mit einem Presssitz 54 verbunden. Die Düsennadel 32 und die Düsenspitze 50 weisen eine Düsennadelführung 56 auf. Die hydraulische Verbindung zwischen Ober- und Unterseite der Düsennadelführung 56 stellen mehrere an der Düsennadel 32 angebrachte Anfräsungen 58 dar, von denen eine in Fig. 1 gezeigt wird. Der Gesamtquerschnitt der Anfräsungen 58 ist gross gegenüber dem gesamten Querschnitt der Einspritzbohrungen 52.

Im Düsenspeicher 46 befindet sich weiter die Düsennadelfeder 60, welche zwischen dem Unterteil der Nadelkappe 20 und einer Federhaltung 62 vorgespannt ist. Die Federhaltung 62 ist auf dem Umfang geschlossen und am Innenrand konisch. Ein einseitig geschlitzter, konischer Zwischenring 64 sitzt zwischen dem Innenrand von Federhalterung 62 und einer konischen Erweiterung 66 von Düsennadel 32. Der Schlitz im Zwischenring 64 ist genügend breit, damit dieser beim dünnen Teilstück 68 der Düsennadel 32 eingeschoben werden kann. Nach dem Einschieben des Zwischenringes 64 auf die Düsennadel 32 wird die Federhaltung 62 über den Zwischenring 64 geschoben. Beide Teile werden dann von der Düsennadelfeder 60 auf die konische Erweiterung 66 gedrückt und in der in Fig. 1 gezeigten Lage gehalten.

Anstelle eines geschlitzten Zwischenrings 64 könnten auch zwei konische Halbringe verwendet werden. Die Konizität dieser Elemente wird am besten so gewählt, dass bei deren Zusammenbau ein Klemmen der Einzelteile eintritt.

Die Bohrung 26 von Nadelkappe 20 mündet an einem Ende in einen flachen oder leicht kugeligen Sitz 70. Die Pilotnadel 72 wird vom Elektromagneten 74 betätigt. Ist der Elektromagnet stromlos, verschliesst der in der Frontpartie des Pilotnadelschaftes 76 vorhandene (flache oder leicht kugelige Sitz) den Brennstoffdurchfluss von Bohrung 26 in den ringförmigen Entlastungsraum 78.

Der Entlastungsraum 78 kommuniziert über zwei Durchgänge 80 und 82, die von grossem Querschnitt sind, mit dem Abflussraum 84. Auf diesem Wege und durch Bohrung 86 fliesst Brennstoff, der während dem Einspritzvorgang über den Sitz 70 entlastet wird sowie eine gewisse Menge Leckbrennstoff, die von Ringnute 14 über die Führung 16 in den Entlastungsraum 78 gelangt, in die nicht gezeigte Rücklaufleitung zurück zum Brennstofftank. Der Brennstoffdruck auf dem eben beschriebenen Rücklaufweg vom Entlastungsraum 78 zurück zum Brennstofftank ist im Vergleich zum Brennstoffdruck in den verbleibenden Teilen des Einspritzventils 10 sehr gering.

Der Elektromagnet 74 ist vom Justierteil 88 umhüllt. Eine Scheibe 90 hat ein Aussengewinde 92, ein Loch 94 und zwei Einstiche 96. Im Justierteil 88 ist ein zum Gewinde 92 passendes Gewinde vorhanden. Die Scheibe 90 kann in das Justierteil 88 verschraubt werden, und der Elektromagnet 74 wird somit zwischen dem im Justierteil vorhandenen Bund 98 und der Scheibe 90 festgehalten. Scheibe 90 kann mit einem Werkzeug, das in die zwei Einstiche 96 einrastet, angezogen werden. Durch das Loch 94 ragen die elektrischen Anschlüsse 100 des Elektromagnets 74.

Zwischen einem weiteren Bund 102 im Justierteil 88 und dem Elektromagnet 74 wird der Aussenrand der elastischen Membran 104 eingespannt. Der Innenrand von Membran 104 ist mit dem Anker 106 von Pilotnadel 72 fest verbunden. Der Anker 106 ist seinerseits mit dem Pilotnadelschaft 76 fest verbunden (z. B. durch schweissen u. ä.). Es gelingt dadurch, den oberen Teil des Ankers von sonst im Einspritzelement vorhandenen Brennstoff dicht zu trennen, was eine Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit von Pilotnadel 72 bewirkt.

Die Schraube 108 ist im Justierteil 88 eingeschraubt und weist die Führung des Pilotnadelschaftes 76 auf. Schraube 108 kann mit Mutter 110 gekontert werden, so dass Schraube 108 in bezug auf das Justierteil 88 arretiert werden kann. Schraube 108 weist zwei radial angeordnete Schlitze 112 auf, durch die der von Bohrung 26 über den Sitz 70 entlastete Brennstoff in den Entlastungsraum 78 gelangt.

Mit Schraube 108 kann der Hub von Pilotnadel 72 eingestellt werden. Zu diesem Zweck wird Mutter 110 gelöst und Pilotnadel 72 mit dem Anschlag zwischen dem Anker 106 und der Magnetpolseite in Berührung gebracht. Der Elektromagnet 74 ist im Justierteil 88 positioniert und von Scheibe 90 in seiner Lage festgehalten. Die Schraube 108 wird mit einem Werkzeug, das in die Schlitze 112 einrastet, solange gedreht bis zwischen der Anschlagfläche 114 von Schraube 108 und dem in der Frontpartie des Pilotnadelschaftes 76 vorhandenen Sitz 70 sich der gewünschte Abstand ergibt, der dem Pilotnadelhub entspricht. Schraube 108 wird nun mit Mutter 110 arretiert.

Der Justierteil 88, der Magnet 74, die Schraube 90, die Schraube 108 und die Mutter 110 bilden nun eine Einheit, welche eine Pilotnadel 72 enthält, die eine gewünschte Bewegung ausführen kann. Diese Einheit kann getrennt vom Einspritzventilgehäuse 18 zusammengebaut und eingestellt werden. Die Einstellarbeit kann leicht automatisiert werden. Wird diese Einheit mit dem verbleibenden Teil von Einspritzventil 10 zusammengebaut, berühren sich die der Schraube 108 und der Nadelkappe 20 gemeinsamen Anschlagflächen 114, welche sich auf einer Ebene mit dem Sitz 70 von Nadelkappe 20 und Pilotnadelschaft 76 befinden. Dadurch wird der eingestellte Pilotnadelhub auch in Betrieb beibehalten.

Das Justierteil 88 weist weiter an seiner oberen Partie ein Aussengewinde 116 auf. Ein Zwischenstück 118 hat ein Innengewinde, ein Aussengewinde und zwei Schlitze 119. Das Innengewinde vom Zwischenstück 118 passt zum Gewinde 116 vom Justierteil 88 und weist eine zu seinem Aussengewinde unterschiedliche Steigung auf. Das Aussengewinde des Zwischenstücks 118 passt zu einem im Einspritzventilgehäuse 18 angebrachten Innengewinde 120. Im Einspritzventilgehäuse 18 ist auch ein Positionierstift 122 angebracht, welcher in den im Justierteil 88 vorhandenen Durchgang 80 passt und eine Verdrehung von Justierteil 88 in bezug auf das Einspritzventilgehäuse 18 unterbindet.

Durch Drehung des Zwischenstücks 118 mit einem Werkzeug, das in die Schlitze 119 einrastet, kann die ganze Einheit von Justierteil 88, Elektromagnet 74, Scheibe 90, Schraube 108 und Mutter 110 mit bereits eingestelltem Hub von Pilotnadel 72 in bezug auf das Einspritzventilgehäuse 18 axial verschoben werden. Zusammen mit dieser Einheit verschiebt sich auch die Nadelkappe 20 axial in der Führung 16 und bewegt sich in bezug auf das Einspritzventilgehäuse 18 und die Düsenadel 32. Die Anschlagflächen 114 von Schraube 108 und Nadelkappe 20 sowie die Düsennadelspitze und der Dichtsitz 48 werden durch die Vorspannkraft von Düsenadelfeder 60 aneinander gepresst. Die Rotation von Zwischenstück 118 verursacht somit eine Veränderung des Nadelhubes H der Düsenadel 32, wodurch auch dieser Hub eingestellt werden kann. Ist der gewünschte Hub eingestellt, werden alle Teile ausser Pilotnadel 72 und Düsenadel 32 durch Kontierung mit Mutter 124 und Unterlagsscheibe 126 blockiert. Auch diese Operation kann leicht automatisch ausgeführt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der eben beschriebenen Einspritzventilkonstruktion besteht darin, dass das Einspritzventilgehäuse 18 aus einem Werkstück besteht. Da die notwendigen Düsenelemente von oben eingebaut werden können, die keine Trennung notwendig, insbesondere auch keine, die in

bereits bekannten Konstruktionen durch eine Hochdruckstelle verläuft und eine besondere Oberflächengüte aufweisen muss, um bei zusammengebautem Einspritzventilgehäuse 18 angeschraubt werden oder, wie in Fig. 1 dargestellt, ins Einspritzventilgehäuse gepresst werden. Die erste Lösung ist vorteilhafter, wenn die Düsen spitze 50 hohem Verschleiss ausgesetzt ist und von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden muss. Die in Fig. 1 dargestellte Lösung vermeidet die in der ersten Lösung notwendige Trennfläche (welche inwändig vom Akkumulatordruck beaufschlagt wird). Ein Auswechseln der Düsen spitze ist aber in diesem Falle nicht selbstverständlich.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Einspritzventilkonstruktion besteht darin, dass alle Längstoleranzen der Düsenelemente grosszügig gewählt werden können. Die in einer Serie durch Toleranzunterschiede entstehenden Längsunterschiede beeinflussen den Pilot- und Düsenadelhub nicht, denn diese werden mit den eben beschriebenen Einstelloperationen auf den gewünschten Wert gebracht.

Die genauen Passungen von Einspritzventil 10 sind: die Düsenadelspitze und der Dichtsitz 48, die Düsenadelführung 56, die Passung 28 zwischen dem Führungskolben 30 der Düsenadel 32 und Nadelkappe 20 sowie die äussere Führung 16 der Nadelkappe 20. Einzig die Führung 16 bedeutet einen Mehraufwand im Vergleich zu einem handelsüblichen Einspritzelement.

In Fig. 1 ist ferner die Anordnung der Pilotnadelfeder 128 und deren Vorspannvorrichtung dargestellt.

Pilotnadelfeder 128 ist ein runder Biegebalken, der in der Mitte auf einem Stift 130 im Justierteil 88 aufliegt. Ein Ende der Pilotnadelfeder 128 ist in Bohrung 132 des Pilotnadelschaftes 76 gelagert, das andere Ende liegt auf einer abgerundeten Nase des Vorspannteils 134 auf. An diesem Ende hat Pilotnadelfeder 128 einen abgerundeten, dickeren Teil, der die Pilotnadelfeder positioniert. Das Vorspannteil 134 kann von der Vorspannschraube 136 verschoben werden, was je nach Lage des Vorspannteils 134 eine unterschiedliche Vorspannung der Pilotnadelfeder 128 bewirkt. Ist die gewünschte Vorspannkraft eingestellt, kann die Vorspannschraube 136 mit Mutter 138 und Unterlagsscheibe 140 arretiert werden.

Auch diese Justieroperation kann mit einer automatisierten Tariervorrichtung durchgeführt werden.

Die verwendete Biegebalkenfeder 128 besitzt eine höhere Eigenschwingungsfrequenz als eine Schraubenfeder mit ähnlicher Vorspannkraft. Bei einer raschen Bewegung von Pilotnadel 76 ist dies eine gewünschte Eigenschaft. Federn mit tiefer Eigenschwingungsfrequenz werden wegen rasch ändernden Bewegungen lokal deformiert und überbeansprucht, wonach sich die Federeigenschaften im Laufe der Zeit ändern. Bei der gewählten Konfiguration weist das vom Pilotnadelschaft 76 mitbewegte Ende der Pilotnadelfeder 128 eine kleine Masse auf, was bei raschen Bewegungen ebenfalls erwünscht ist.

Ein Deckel 142 wird von mehreren Bolzen 144 relativ zum Einspritzventilgehäuse 18 positioniert und mit Muttern 146 festgehalten. Der Deckel 142 führt das Vorspannteil 134, bildet inwändig den Abflussraum 84, weist Bohrung 86 samt einem Gewinde auf, in dem ein Rücklaufstutzen eingeschraubt werden kann. Vorspannschraube 136 hat im Deckel 142 ihr dazu passendes Gewinde.

Der Niederdruckteil des Einspritzventils 10 wird von zwei O-Ring-Dichtungen 148 und 150 gegen aussen abgedichtet. Ein Stecker 152 wird auf das obere Ende des Einspritzventils 10 gesteckt. Er stellt die elektrische Verbindung von seiten des Einspritzventils zwischen Elektromagnet 74 und der nicht gezeigten Steuerelektronik her.



Die Funktionsweise von Einspritzventil 10 ist wie folgt: wird zu einem bestimmten Zeitpunkt der Elektromagnet 74 mit einem elektrischen Impuls gegebener Dauer erregt, bewegt sich Pilotnadel 72 wegen der auf den Anker 106 ausgeübten elektromagnetischen Anziehungskraft nach kurzer Zeit entgegen der Kraft der Pilotnadelfeder 128 von ihrem Sitz 70 weg und öffnet damit die kleine Bohrung 26.

Wegen der Druckdifferenz zwischen dem kleinen Raum 42 und dem Entlastungsraum 78 bildet sich in Bohrung 26 eine Strömung, welche unmittelbar danach eine Strömung in der kleinen Bohrung 38 hervorruft wie in Fig. 2 dargestellt wird. Da die kleinen Bohrungen 26 und 38 auf derselben Achse verlaufen, da der Einlauf der kleinen Bohrung 26 die trichterförmige Ansenkung 27 aufweist, und da die freie Strahllänge H bei geschlossener Düsenadel 32 kurz ist, wird sich ein einziger Strahl bilden, der von der Einmündung von Bohrung 38 in Bohrung 34 bis zum Sitz 70 verläuft.

Wie in Figur 2 gezeigt wird, ist der Druck  $P_1$  im Strahlinnern kleiner als der Druck  $P_0$  in Bohrung 34 (der im wesentlichen gleich dem Druck in der Zufuhrbohrung 12 ist). Der Druck im kleinen Raum 42 ist bestrebt, sich so rasch wie möglich an den Druck  $P_1$  im Strahlinnern anzugleichen. Es ist wichtig, dass sich der Strahl im kleinen Raum 42 nicht auffächern kann. Die trichterförmige Ansenkung 27 dient zu diesem Zweck.

Der physikalische Vorgang in dieser Patentschrift unterscheidet sich von der in den CH-PS 434 875, US-PS 3.464.627, DE-PS 19 33 489.5, US-PS 3.610.529 und US-PS 3.680.782 beschriebenen Methode, die einen Druckverlauf im Raum am oberen Ende des Führungskolbens der Düsenadel steuert. Darin wird der Druck durch eine Doppeldrosselbohrung bestehend aus einer Zulauf- und einer Abflussdrosselbohrung gesteuert. Die Abflussdrosselbohrung wird von einem elektromagnetisch betätigten Ventil geöffnet und geschlossen. Die in der Zulaufdrosselbohrung zum Raum am oberen Ende des Führungskolbens der Düsenadel beim Öffnen der Abflussdrosselbohrung hervorgerufene Strömung wird in diesem Raum verwirbelt. Die Strömungen in den beiden Drosselbohrungen sind demzufolge voneinander getrennt. Der Druckverlauf im Raum am oberen Ende des Führungskolbens der Düsenadel reagiert deshalb nicht so rasch wie bei der in dieser Patentschrift beschriebenen Lösung.

Der Druck im Speicher 46 ist zu diesem Zeitpunkt noch unverändert und im wesentlichen gleich dem Druck in der Zulaufbohrung 12. Bei genügend tiefem Druck im kleinen Raum 42 wird die Düsenadel 32 von der Druckkraft auf der Unterseite des Führungskolbens 30 axial in Öffnungsrichtung verschoben, womit die Einspritzung durch Entlastung von Brennstoff durch die Einspritzbohrungen 52 beginnt. Der Druck im Speicher 46 fällt während dem Einspritzvorgang etwas ab.

Wird die Stromzufuhr zum Elektromagnet 74 unterbrochen, schliesst Pilotnadel 72 Bohrung 26 rasch ab. Der Druck im kleinen Raum 42 und auf der Stirnseite 40 des Führungskolbens 30 der Düsenadel 32 steigt schnell an, wobei nun die Düsenadel 32 von der Druckkraft auf der Stirnseite 40 von Führungskolben 30 und von der Kraft der Düsenadelfeder 60 axial in Schliessrichtung verschoben wird und den Einspritzvorgang unterbricht.

Der Druck im Speicher 46 sinkt während dem Einspritzvorgang wegen der kleinen Bohrung 44 etwas ab. Die kleine Bohrung 44 ist nicht in der Lage den durch die Einspritzbohrungen entlasteten Brennstoff vollständig nachzufördern. Der Druck im Speicher 46 wird nach Beendigung des Einspritzvorgangs wegen Brennstoffförderung von Bohrung 44 in Speicher 46 steigen. Dies dauert an, bis der Druck im Speicher 46 gleich dem Druck in der Zulaufbohrung 12 ist.

Wegen der kleinen Bohrung 44 erfolgt das Füllen von Speicher 46 langsam. Dadurch werden unerwünschte Druckschwingungen im Einspritzsystem vermieden. Die Verwendung einer Drosselbohrung als Verbindungselement zwischen Brennstoffeingangsleitung und Speicher wird in der DE-PS 32 27 742.3, in der AT-PS 14A 3371/81 und in der US-PA 06/400, 327 vorgeschlagen. Das Anfertigen dieser kleinen Bohrung 44 im Führungskolben 30 der Düsenadel 32 stellt eine recht einfache konstruktive Lösung dar.

Fig. 3 zeigt eine Konstruktion, bei welcher die Brennstoffförderung von der Ringnute 14 zum Düsen Speicher 46 anstatt mit einer im Führungskolben 30 der Düsenadel 32 angebrachten Drosselbohrung 44, über ein federbelastetes Druckdifferenzventil 154 stattfindet.

Bei einer gegebenen Druckdifferenz zwischen Ringnute 14 und Speicher 46 fließt Brennstoff durch Bohrung 156 über das Kugelventil 158 in den Raum 160, um von da durch Bohrung 162 in den Speicher 46 zu gelangen. Das Druckdifferenzventil besteht aus dem Kugelventil 158, zwei Führungsteilen 164 und der Feder 166. Eine gelochte Schraube 168 in der sich ein mit enger Passung geführter Stift 170 befindet, dichtet den Raum 160 gegen aussen ab. Der Stift 170 kann durch Drehung von Schraube 172 in Längsrichtung verschoben werden, wodurch die Vorspannkraft von Feder 166 und folglich die Druckdifferenz, bei welcher das Druckdifferenzventil 154 öffnet, eingestellt werden können. Mit Kontermutter 174 wird Schraube 172 arretiert. Eine Leckbohrung 172 verbindet den Entlastungsraum 78 mit der Stirnseite von Stift 170. Eine einseitig abgeschlossene Mutter 178, welche auf dem herausragenden Ende von Schraube 168 verschraubt wird, und ein Dichtring 180 schliessen diese Elemente auf dichte Weise ab.

Wegen dem Druckdifferenzventil 154 ist der Druck im Speicher 46 stets tiefer als der Druck in der Ringbohrung 14 und folglich auch tiefer als der Höchstdruck im kleinen Raum 42. Deswegen ist es möglich, die Düsenadel 32 zu jedem Zeitpunkt zu schliessen, insbesondere auch dann, wenn nur eine kleine Menge Brennstoff eingespritzt wurde.

Ein Nachteil von Akkumuliereinspritzventilen mit einem Speicher, der unmittelbar dem Düsenadelsitz 48 vorgelagert ist, besteht darin, dass die Düsenadel rasch öffnet und einen raschen Anstieg des Brennstoffvolumens vom Einspritzventilspeicher in den Motorbrennraum verursacht. Dies hat einen grossen Verbrennungsdruckanstieg beim Einsetzen der Verbrennung im Motorzylinder zur Folge, was unerwünschten Lärm und Stickoxydemissionen verursacht. Man ist bestrebt, diese Eigenschaften von Speicherventilen zu vermeiden.

Eine erste Möglichkeit besteht darin, das man Doppelspritzungen erzeugt. Eine zweite Möglichkeit, obengenannte Eigenschaft von Akkumulierventilen zu vermeiden, besteht darin, dass die Öffnungsbewegung der Düsenadel 32 gehemmt wird. Bei geringer Öffnung der Düsenadel 32 entsteht am Düsenadelsitz 48 eine Drosselung, welche den Brennstoffstrom von Speicher 46 in den Motorbrennraum, während der ersten Phase der Einspritzung vermindert. Eine langsame Öffnungsbewegung der Düsenadel 32 soll jedoch ein rasches Schliessen derselben nicht beeinflussen. Schliesst Düsenadel 32 langsam, so verursacht man im Motor vermehrt Russ und Kohlenwasserstoffemissionen.

In den Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 werden Konstruktionsvarianten vorgeschlagen, die ein langsames Öffnen der Düsenadel 32 hervorrufen, ohne deren Schliessgeschwindigkeit gegenüber der in Fig. 1 oder 3 dargestellten Lösungen zu vermindern.

Durch sinnvolle Kombination der Möglichkeiten kann freilich auch eine Doppelspritzung mit langsam öffnender und rasch schliessender Düsenadel 32 realisiert werden.

In Fig. 4 weist der Führungskolben 30 der Düsennadel 32 ein Zwischenventil 182 auf, das von einer Bohrung 184 im Innern des Führungskolbens 30 mit enger Gleitpassung geführt ist. Zwischenventil 182 weist an einem Ende den Sitzkonus 186 auf, der mit einem in der Nadelkappe 20 angebrachten Konus zusammenwirkt. Am anderen Ende des Zwischenventils 182 ist eine Feder 188 vorhanden. Der Sitzkonus 186 und der in Nadelkappe 20 angebrachte Konus haben eine leicht unterschiedliche Konizität, so dass sich beide Konusse auf einer Linie berühren. Der kleine Raum 42 kommuniziert über eine Bohrung 190 und eine kleine Bohrung 192 mit der auf der Längsachse von Zwischenventil 182 angebrachten kleinen Bohrung 194.

Wird die Pilotnadel 72 von ihrem Sitz 70 wegbewegt, bildet sich in den Bohrungen 26 und 194 eine Strömung. Der Brennstoff gelangt von Ringnute 195 über zwei gegenüberliegende Durchgänge 196 in Bohrung 184, um von da über die im Zwischenventil 182 angebrachte Bohrung 198 in die kleine Bohrung 194 zu strömen. Alle Zuströmquerschnitte zur kleinen Bohrung 194 sind wesentlich grösser als der Querschnitt der kleinen Bohrung 194.

Gleich dem Vorgang, welcher bei Fig. 1 beschrieben wurde, sinkt der Druck im Zwischenraum 200 ab. Dies bewirkt, dass der Sitzkonus 186 vom Zwischenventil 182 (der wegen Feder 188 bereits mit dem in Nadelkappe 20 angebrachten Konus zusammenwirkt) von der Druckkraft in Bohrung 184 und von der Druckkraft im kleinen Raum 42 am oberen Ende des Führungskolbens 30 der Düsennadel 32 stark auf dem in der Nadelkappe 20 angebrachten Konus gepresst wird.

Der kleine Raum 42 kommuniziert nun ausschliesslich über die kleine Bohrung 192 mit der kleinen Bohrung 194, worin wegen der vorhandenen Strömung der Druck abgesunken ist. Der Druck sinkt folglich auch im kleinen Raum 42 ab. Sobald sich die Düsennadel 32 bewegt, steigt der Druck im kleinen Raum 42 wegen der Pumpenwirkung der Stirnseite 40 von Führungskolben 30 wieder an, bis ein Gleichgewicht eintritt zwischen der vom Führungskolben 30 verdrängten Brennstoffmenge und der über die kleine Bohrung 192 entlastete Brennstoffmenge. Düsennadel 32 wird somit mit einer langsamen, kontrollierten Bewegung öffnen.

Schliesst Pilotnadel 72 den Sitz 70 ab, wird die Strömung in Bohrung 26 abgestoppt. Der Druck im Zwischenraum 200 steigt plötzlich an und bewirkt, dass Zwischenventil 182 von seiner Ruhelage am Konus von Nadelkappe 20 entgegen der Kraft von Feder 188 wegbewegt wird. Der Druck im kleinen Raum 42 gleicht sich rasch dem Druck im Zwischenraum 200 an, und Düsennadel 32 beginnt ihre Schliessbewegung. Da der Querschnitt der kleinen Bohrung 194 grösser ist als der der kleinen Bohrung 192 und da die Strömung vom Zwischenraum 200 zum kleinen Raum 42 fast ungehindert verlaufen kann, wird die Schliessbewegung der Düsennadel 32 rascher als ihre Öffnungsbewegung stattfinden.

In Fig. 5 sind drei Ansichten einer zur Lösungsvariante von Fig. 4 analogen Konstruktion dargestellt. Die untere Ansicht von Fig. 5 stellt einen Schnitt in der gleichen Schnittebene wie Fig. 4 dar. Die mittlere Ansicht zeigt das Zwischenventil 182, wie es von oben in bezug auf die untere Ansicht aussieht. Die obere Ansicht zeigt einen Schnitt in einem Winkel von 90° zur unteren Ansicht. Die Konizität vom Sitzkonus 186 des Zwischenventils 182 und die vom Konus der Nadelkappe 20 sind nun praktisch gleich. Zwischenventil 182 von Fig. 5 weist (zusätzlich zum Zwischenventil von Fig. 4) 3 Seitenbohrungen 202 auf. Ein Ende der Bohrungen 202 mündet in den Sitzkonus 186, das andere Ende in die Bohrung 198 von Zwischenventil 182.

Der Ablauf beim Öffnen und Schliessen der Düsennadel 32 ist analog dem in Fig. 4. Der Schliessvorgang findet in der

Lösung von Fig. 5 rascher als in der Lösung von Fig. 4 statt. Bewegt sich Zwischenventil 182 von seiner Ruhelage am Konus von Nadelkappe 20 weg, so steht ein Vielfaches des Strömungsquerschnittes von Bohrung 194, nämlich jener von Bohrung 194 und jener der drei Bohrungen 202 zur Verfügung, um die beim Schliessen der Düsennadel 32 benötigte Brennstoffmenge in den kleinen Raum 42 nachzuführen.

In Fig. 6, die sonst eine gleiche Lösung wie Fig. 5 darstellt, wurde der Sitzkonus 186 vom Zwischenventil 182 durch einen Flachsitz 204 ersetzt. Die drei Bohrungen 202 münden an einem Ende in diesen Flachsitz 204. Die Vorgänge beim Öffnen und Schliessen der Düsennadel 32 sind gleich wie in Fig. 5. Der Vorteil eines Flachsitzes gegenüber einem konischen Sitz besteht darin, dass eine leichte Desachsierung der Teile die Dichtheit des Sitzes nicht präjudiziert.

Um die Dichtheit des dem Zwischenventil 182 und der Nadelkappe 20 gemeinsamen Sitzes sicherzustellen, kann ebenfalls einer der beiden Sitzteile mit einem elastischen Überzug beschichtet werden (z. B. durch Vulkanisation eines Elastomers).

Fig. 7 stellt eine zur Lösung von Fig. 5 und Fig. 6 ähnlichen Lösung dar. Die kleine Bohrung 194 auf der Längsachse von Zwischenventil 182 wurde weggelassen. Ein Ende der kleinen Bohrung 192 mündet auf der Längsachse von Zwischenventil 182 in die zum Dichtsitz 206 leicht versetzte Fläche 208 von Zwischenventil 182.

Beim Öffnen von Pilotnadel 72 bildet sich in der kleinen Bohrung 26 die bekannte Strömung aus. Da die kleine Bohrung 192 auf die Längsachse von Zwischenventil 182 (und folglich auf die Längsachse der kleinen Bohrung 26) mündet, wird die Strömung in der kleinen Bohrung 26 eine Strömung in der kleinen Bohrung 192 hervorrufen, und Düsennadel 32 kann folglich öffnen.

Schliesst Pilotnadel 72 den Sitz 70 ab, wird die Strömung in Bohrung 26 abgestoppt. Es ist nun notwendig, dass von den Bohrungen 202 Brennstoff die Stirnseite des Zwischenventils 182 rasch unter hohem Druck setzen kann, damit sich das Zwischenventil 182 vom Dichtsitz 206 wegbewegen und die Strömung von den Bohrungen 202 über den Dichtsitz 206 in den kleinen Raum 42 fliessen kann. Zu diesem Zweck wurde die Fläche 208 im Zwischenventil 182 gegenüber dem Dichtsitz 206 leicht versetzt. Dichtsitz 206 besteht bei dieser Lösung aus einer ringförmigen Dichtfläche.

Ist Pilotnadel 72 offen, so ist im Spalt zwischen der Fläche 208 und der Nadelkappe 20 eine Leckströmung vorhanden. Da die Fläche 208 gegenüber dem Dichtsitz 206 nur leicht versetzt ist, und da die kleine Bohrung 26 keine Ansenkung (wie Ansenkung 27 in Fig. 1) aufweist, ist die Brennstoffmenge gering, welche von den Bohrungen 202 in die kleine Bohrung 26 fliessen kann.

Fig. 8 stellt eine im Vergleich zu den Figuren 5, 6 und 7 unterschiedliche Lösung zur Steuerung einer langsamen Öffnungsbewegung und einer raschen Schliessbewegung der Düsennadel 32 dar. Die Einstellbarkeit des Hubes von Düsennadel 32 wie in Fig. 1 dargestellt wurde, sowie die Tatsache, dass ein Ventilgehäuse 18, gemäss Anspruch 1 verwendet werden kann, bleibt auch bei dieser Konstruktion, sowie bei den Konstruktionen 4, 5, 6 und 7, ebenfalls erhalten.

Der Führungskolben 30 der Düsennadel 32 weist stirnseitig einen dünneren Teil 210 auf, worauf ein Ende der Feder 212 geführt ist. Das andere Ende von Feder 212 ist vom Zwischenventil 214 geführt, welches seitlich einen Ringquerschnitt 216 zusammen mit der dem Führungskolben 30 und dem Einsatz 218 gemeinsamen Bohrung 220 definiert. Das Zwischenventil 214 weist eine kleine Bohrung 222 auf. Ein Ende der kleinen Bohrung 222 mündet in den Raum 42 am



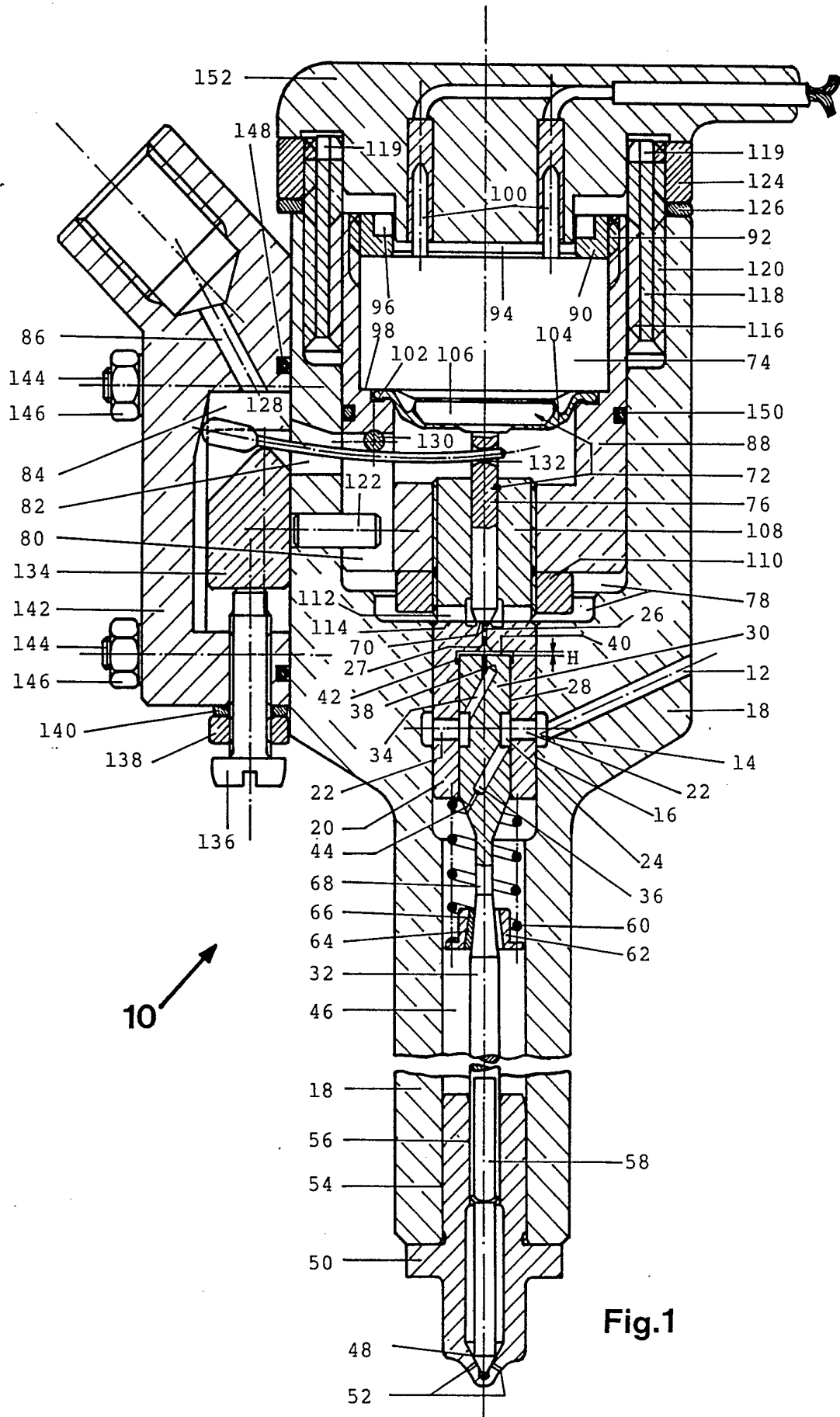
oberen Ende des Führungskolbens 30 der Düsenadel 32. Das andere Ende der kleinen Bohrung 222 mündet in eine grössere Bohrung 224 im Zwischenventil 214.

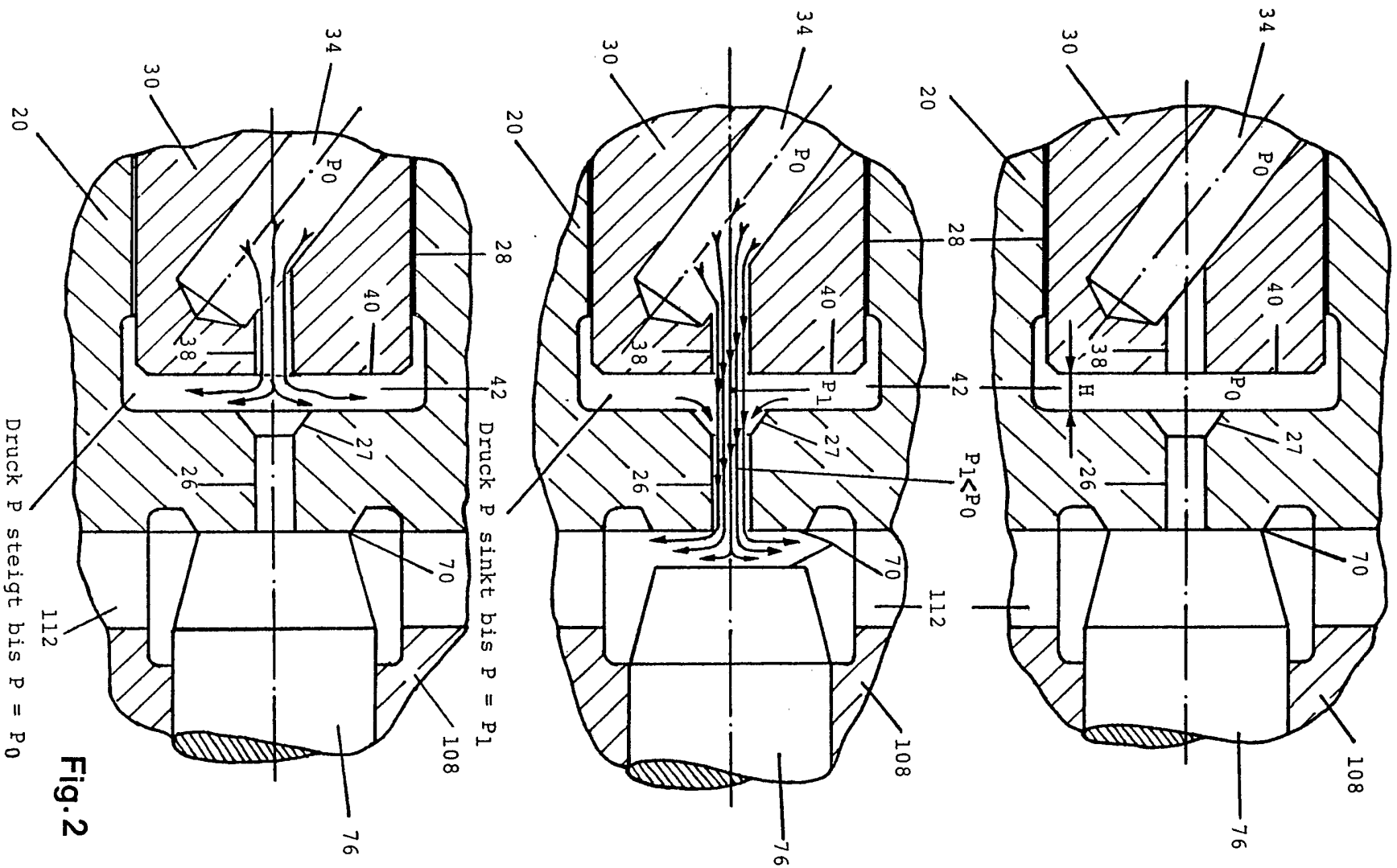
Das Zwischenventil 214 weist ein mit dem Einsatz 218 gemeinsamen flachen Dichtsitz 226 auf. Der Einsatz 218 weist weiter eine Ringbohrung 228 auf, welche mit der Brennstoffzufuhrbohrung 12 des Einspritzventils 10 in Verbindung steht und besitzt ferner mehrere Bohrungen 230. Ein Ende der Bohrungen 230 mündet in die Ringbohrung 228, das andere Ende in den Dichtsitz 226.

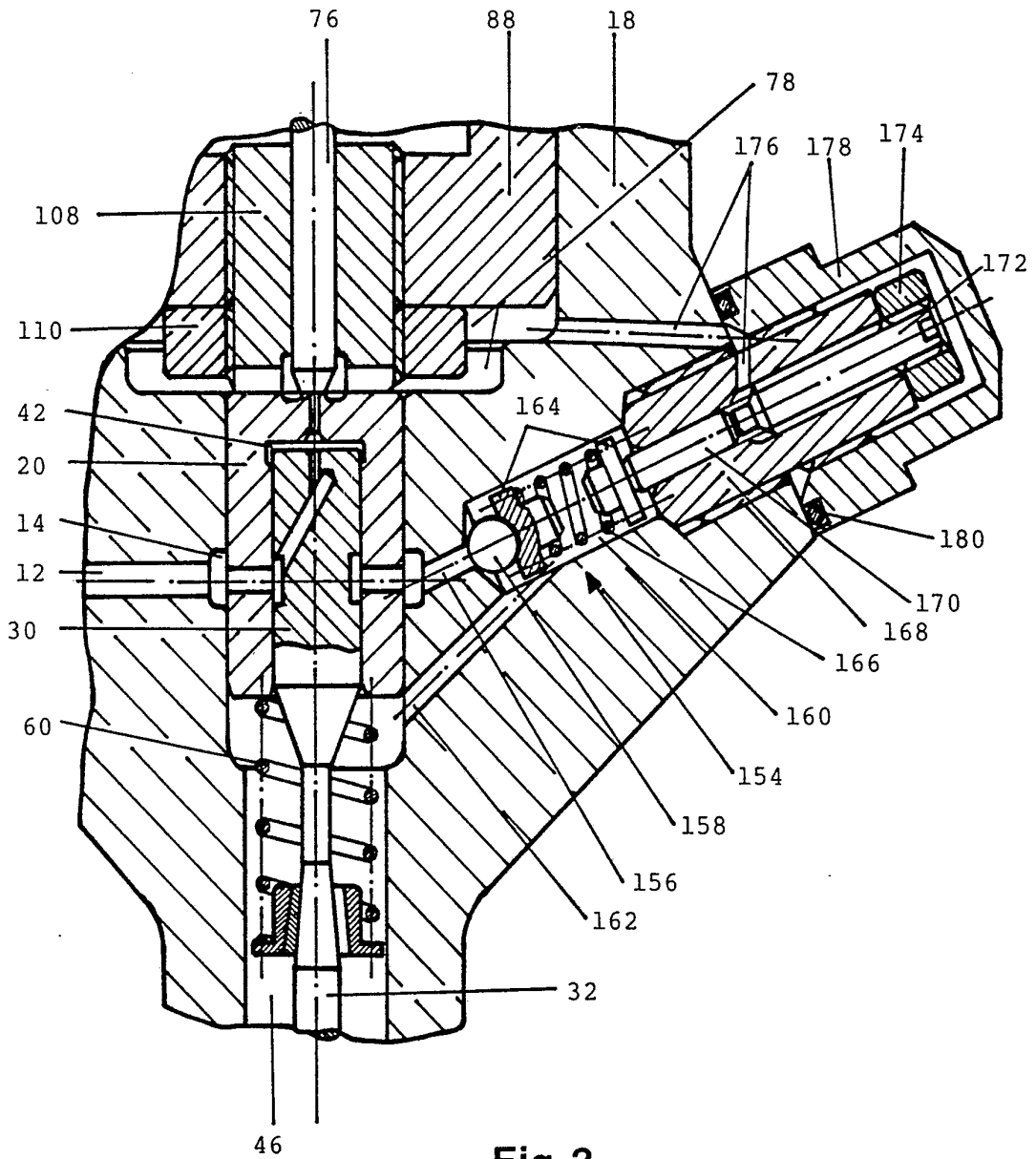
Eine kleine Bohrung 232 verbindet Ringbohrung 228 mit einer im Einsatz 218 in Längsrichtung angefertigten kleinen Bohrung 234. Ein Ende der Bohrung 234 mündet in den Sitz 70, der von der Pilotnadel 72 abgeschlossen werden kann. Das andere Ende von Bohrung 234 steht mit einer grösseren Bohrung 236 in Verbindung, welche seinerseits mit Bohrung 224 in Verbindung steht. Der Einsatz 218 und der Führungskolben 30 von Düsenadel 32 sind in enger Gleitpassung mit Bohrung 220 angefertigt, so dass die Leckbrennstoffmenge von Ringbohrung 228 zum Entlastungsraum 78 klein bleibt (vgl. in Fig. 1).

Die Funktionsweise der Anordnung ist wiederum analog den vorangehenden Konstruktionszeichnungen. Die kleine Bohrung 232 könnte auch weggelassen werden, wenn eine Leckströmung zwischen den Bohrungen 230 und Bohrung 236 sichergestellt werden kann. Die Leckströmung könnte übereinstimmend mit Fig. 7 oder auch durch eine gezielte Oberflächenrauheit der Teilfläche des Dichtsitzes 226 gewährleistet sein, die sich zwischen der Einmündung der Bohrungen 230 in den Dichtsitz 226 und der Bohrung 236 befindet.

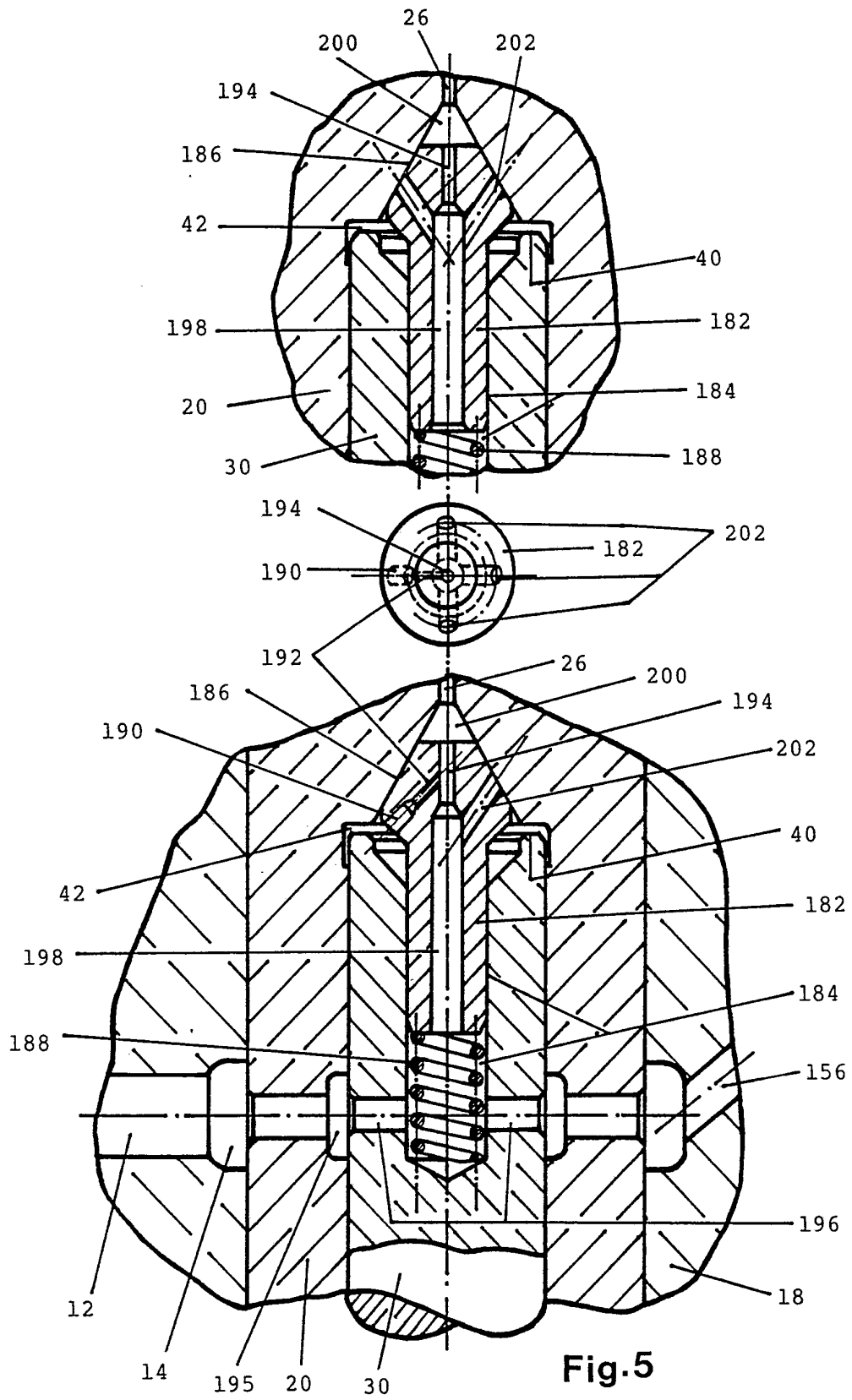
Der Vorteil der Konstruktionsvariante von Fig. 8 besteht darin, dass eine einzige Innenbohrung mit genauer Passung angefertigt werden muss, anstelle von zwei oder drei wie in den vorangehenden Lösungen. Dies ist die Bohrung 220. Nur der Führungskolben 30 und der Aussendurchmesser des Einsatzes 218 müssen auf Bohrung 220 eingepasst werden. Weiter wird die Druckkraft, die von der Anschlagfläche 114 an die oberen Elemente im Einspritzventil 10 weitergegeben wird, gegenüber den vorhin dargestellten Konstruktionen vermindert.













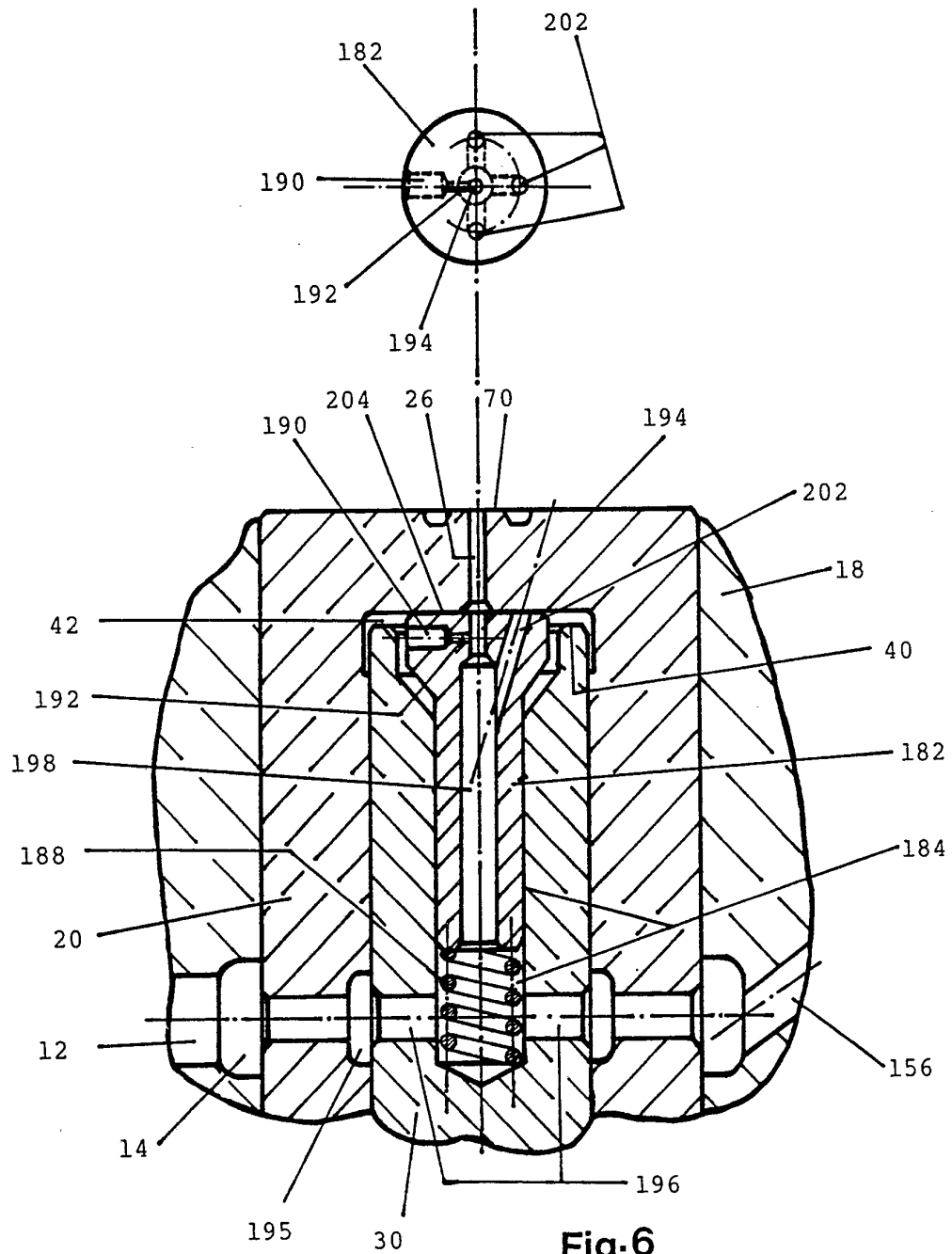


Fig. 6

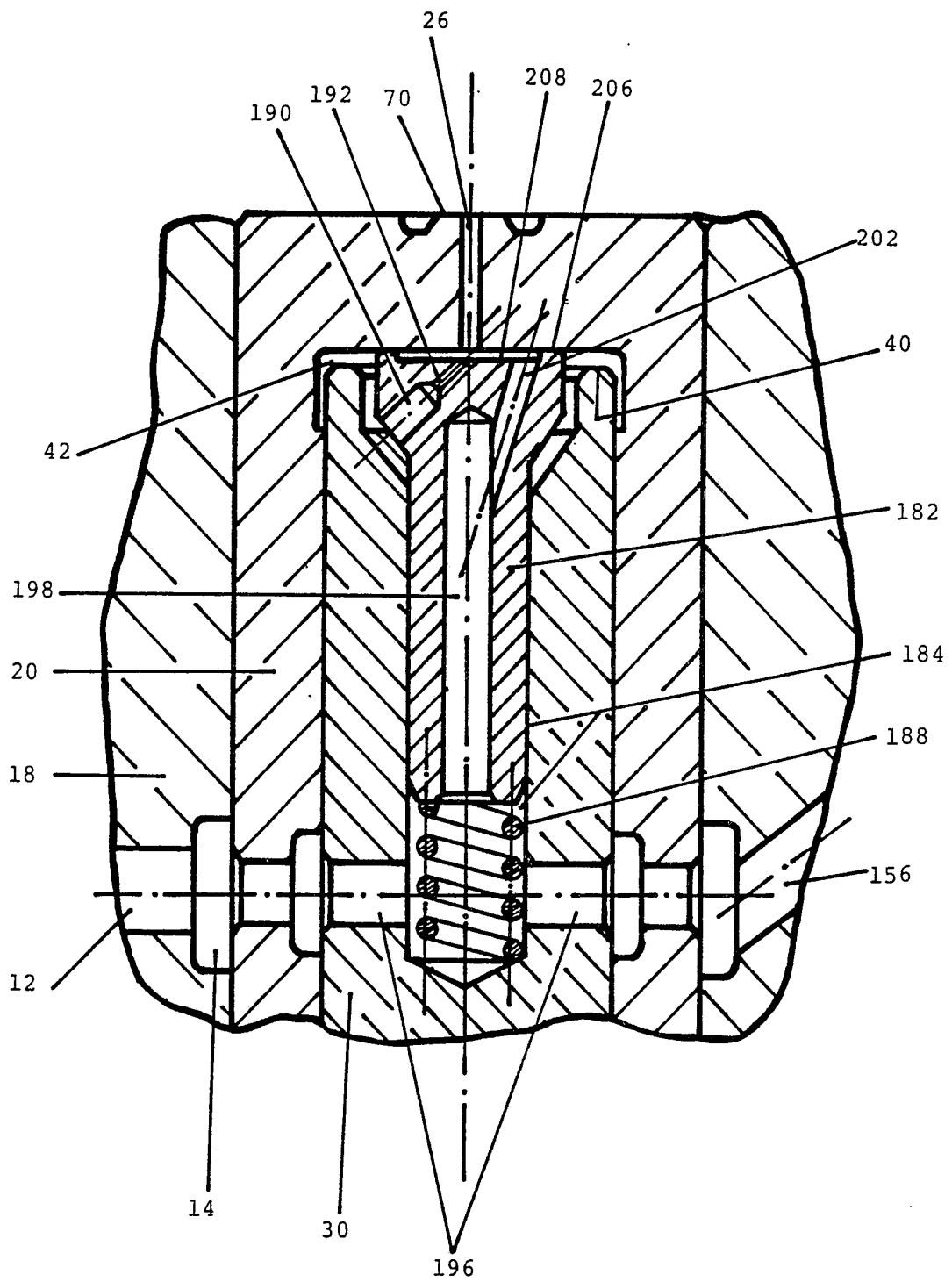


Fig. 7

