

(19)



(11)

**EP 1 961 953 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.08.2008 Patentblatt 2008/35**

(51) Int Cl.:  
**F02M 59/36** (2006.01) **F02M 59/46** (2006.01)  
**F02M 63/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08100526.6**

(22) Anmeldetag: **16.01.2008**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Mertens, Jochen**  
**72074 Tübingen (DE)**

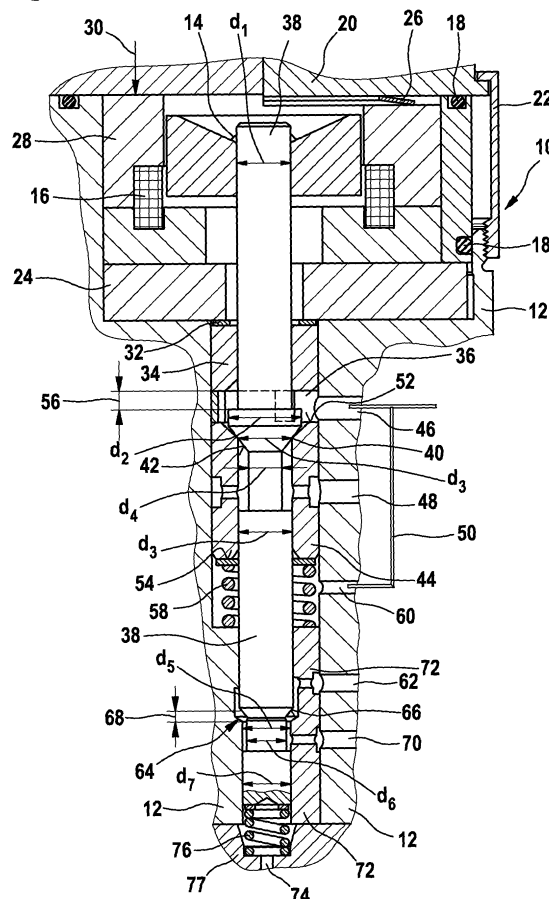
(30) Priorität: **26.02.2007 DE 102007009167**

### (54) Mehrwegeventil

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Steuerventil (10), insbesondere zur Betätigung von Kraftstoffinjektoren von Verbrennungskraftmaschinen mit einem Ventilkörper (12) und einem Steller (16, 28) zur Betätigung

mindestens eines Ventilelementes (38, 108). Bei Betätigung des Stellers (16, 28) wird ein erster Sitz (40) durch das mindestens eine Ventilelement (38, 108) betätigt, welches mindestens einen weiteren, zweiten Sitz (64, 104, 106) öffnet oder verschließt.

**Fig. 1**



**EP 1 961 953 A1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** EP 1 277 952 B1 bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor mit hintereinander geschalteten, nach innen öffnenden Ventilen. EP 1 277 952 B1 offenbart einen Kraftstoffinjektor für Kraftstoffeinspritzsysteme in Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse, in welchem hintereinander liegend angeordnete Ventile aufgenommen sind. Von denen ist eines über einen dem Gehäuse zugeordneten Aktor betätigbar, wobei jedem der Ventile des Weiteren eine aufsteuerbare Kammer zugeordnet ist. Die Ventile sind als nach innen öffnende Ventile ausgebildet, wobei eines der mit dem Aktor betätigbaren Ventile das andere Ventil über ein Federnpaket beaufschlagt.

### Darstellung der Erfindung

**[0002]** Erfindungsgemäß wird ein Steuerventil vorgeschlagen, das an einem bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelement einen in axiale Richtung verschiebbaren, druckausgeglichenen Hülsenkörper aufweist. Am bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelement sind in einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung zwei Sitze ausgebildet, die hintereinander liegend in Serie geschaltet sind und die zum Beispiel als Kegelsitze ausgeführt werden können. Mit der in der ersten Ausführungsform dargestellten Lösung lässt sich ein 4/3-Wegeventil mit zwei Kegelsitzen darstellen. Dies erlaubt ein variables Schalten, so können zum Beispiel beide Sitze bei unbestromtem Steller, sei es ein Magnetventil, sei es ein Piezoaktor, offen sein, nur einer der beiden Sitze geschlossen sein oder auch beide Sitze geschlossen werden.

**[0003]** Am in dieser Ausführungsform bevorzugt einteilig ausgebildeten Ventilelement befindet sich eine Zwischenhubhülse, deren beide Stirnflächen mit vorzugsweise identischem Druck beaufschlagt sind. Dadurch ist die Zwischenhubhülse druckausgeglichen. Die Zwischenhubhülse wird von einem Federelement beaufschlagt, welches sich an einer Federauflage innerhalb des Magnetventils abstützt. Wird der zum Beispiel als Magnet ausgebildete Steller bestromt, so wird zunächst ein erster Sitz und daraufhin ein zweiter Sitz geschlossen, was nacheinander in sukzessiver Reihenfolge erfolgt.

**[0004]** Wird das erfindungsgemäß vorgeschlagene Ventil als Magnetventil ausgebildet, so ist eine Magnetspule von einem Magnetkern umschlossen. Der Magnetkern kann einerseits über eine Tellerfeder, die sich an einem Deckel abstützt, der mittels einer Überwurfmutter am Injektorkörper befestigt wird, fixiert sein; andererseits besteht auch die Möglichkeit, den Magnetkern, der die Magnetspule eines Magnetventils umschließt, mit einer konstanten Vorspannkraft zu beaufschlagen. Beide Ausführungsformen zur Aufnahme der Magnetspule bzw.

des Magnetkerns des Magnetventils sind möglich. Bei Ausbildung des Stellers als Magnetventil kann optional eine Restluftspalt-Einstellung durch eine "Schlüsselloch"-Scheibe vorgenommen werden sowie durch eine Einstellscheibe, die zwischen einer Anschlagshülse und der "Schlüsselloch"-Scheibe eingelegt wird.

**[0005]** Aus Montagegründen wird der Anker des Magnetventils erst dann am nadelförmig ausgebildeten Ventilelement befestigt, wenn zuvor die Anschlaghülse an diesem montiert und eine eventuell vorzusehende Einstellscheibe auf das bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement aufgeschoben worden ist. Erst danach erfolgt ein Schleifen des Ankers oder alternativ eine Einstellung des Restluftspaltes mit Hilfe der "Schlüsselloch"-Scheibe. Diese hat außerdem die Funktion, die Anschlaghülse axial nach oben zu sichern.

**[0006]** Die "Schlüsselloch"-Scheibe kann auch entfallen und durch eine normale gelochte Scheibe ersetzt werden. Wird eine normale gelochte Scheibe eingesetzt, wird die als druckausgegliche Zwischenhubhülse ausgebildete Anschlaghülse zwei- oder mehrteilig ausgebildet, um die Montagefähigkeit zu gewährleisten. Das Ventilelement des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ventils ist so ausgebildet, dass der Sitzdurchmesser im Bereich des ersten, zum Beispiel als Kegelsitz ausgebildeten Sitzes dem Führungsdurchmesser des bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes im Injektorkörper oder einer Nadelsitzhülse entspricht, und der Sitzdurchmesser des zweiten Sitzes des bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes einem weiteren Führungsdurchmesser des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes entspricht. Dadurch ist das nadelförmig ausgebildete Ventilelement druckausgeglichen.

**[0007]** Es ist möglich, sowohl den zweiten Sitz, der zum Beispiel als Kegelsitz ausgebildet sein kann, entweder im Ventilkörper auszubilden oder den zweiten Sitz auch an einer das bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement umgebenden Nadelsitzhülse, sei sie ein- oder mehrteilig ausgebildet, auszuführen. Beide Ausführungsformen sind möglich. Anstelle der in einer ersten Ausführungsform als Kegelsitze ausgebildeten Sitze können diese auch als Schieber oder als Flachsitze ausgebildet werden.

**[0008]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung umfasst das Ventil zwei bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelemente, die ähnlich wie die vorstehend beschriebene Ausführungsform steuerbar sind. Die beiden bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelemente sind hintereinander liegend aufgenommen. Die beiden in der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung eingesetzten, bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelemente zeichnen sich durch ihre kürzere Baulänge aus. Eine kürzere Baulänge bedeutet, dass bei einer Endbearbeitung, wie beispielsweise einem hochgenauen Bearbeitungsgang wie dem Schleifen, der bei der Fertigung von Ventilen unabdingbar ist, eine geringere Durchbiegung auftritt und dass

damit eine bessere Toleranz erreicht werden kann. Auch die in der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung dargestellte Anordnung umfasst die auf einer Ventalnadel aufgenommene Anschlaghülse, die verschiebbar am Umfang des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes aufgenommen ist. Die Anschlaghülse ist mittels eines Federelementes, welches sich entweder am Injektorkörper oder an einer Nadelsitzhülse abstützt, abgestützt.

**[0009]** Die beiden bevorzugt nadelförmig ausgebildeten, kürzer bauenden Ventilelemente sind an einer Kontaktstelle vorzugsweise einem Rücklauf-Druckniveau ausgesetzt, so dass die einander zuweisenden Stirnseiten druckentlastet sind. Zwischen beiden Ventilelementen ist Spiel ausgebildet. Während an einer der beiden bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelemente gemäß der zweiten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens ein oberer Sitz als Kegelsitz ausgebildet ist, sind im Sitzbereich des weiteren, ebenfalls nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes ein erster unterer und ein zweiter unterer Sitz ausgeführt. Mit der zweiten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens lässt sich ein Steuerventil bereitstellen, welches einen Aktor - hier als ein Magnetventil beschaffen - enthält und zwei separate, bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelemente aufweist, welches eine mehrwegige Schaltfunktion zur Ansteuerung mindestens zweier unterschiedlicher Funktionen bzw. Steuerräumen zulässt. So zum Beispiel kann eine UI-Befüllung und/oder eine gestufte Nadelsteuerung erfolgen.

**[0010]** In einer weiteren, dritten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens wird ein Steuerventil vorgeschlagen, welches ebenfalls einen Steller, der zum Beispiel als ein Magnetsteller ausgebildet sein kann, umfasst sowie zwei separate, bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelemente. Die beiden bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelemente bauen ebenfalls kürzer - in Bezug auf die erste Ausführungsform, ähnlich zur zweiten Ausführungsform - so dass bei Endbearbeitungsvorgängen, wie zum Beispiel Schleifbearbeitungen, eine geringere Durchbiegung auftritt, welche die Toleranzen günstiger beeinflusst. Auch mit der dritten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens lässt sich eine mehrwegige Schaltfunktion zur Ansteuerung von mindestens zwei unterschiedlichen Funktionen, wie zum Beispiel einer Nadelsteuerung sowie zweitens die Ansteuerung eines Druckverstärkers, realisieren. Da gemäß dieser Ausführungsvarianten nach einem ersten Hubweg der erste Sitz offen steht, kann dies zum Beispiel zur Ansteuerung eines düsenförmigen Einspritzventilgliedes genutzt werden. Der erste untere Sitz und der zweite untere Sitz hingegen können zur Ansteuerung eines Druckverstärkers eingesetzt werden. Nach Durchlaufen eines ersten Hubweges befindet sich der erste untere Sitz noch in einer geschlossenen Position. Position 70 ist mit der Hochdruckanbindung 114 verbunden, während Position

62 mit einer Rücklaufanbindung verbunden ist. Damit ist der Ansteuerraum des Druckverstärkers, d. h. der Differenzdruckraum von Hochdruck beaufschlagt, und der Druckverstärker somit nicht aktiv. Nach Durchlaufen des zweiten weiteren Hubweges wird der erste untere Sitz geöffnet und der zweite untere Sitz geschlossen. Damit ist der Ansteuerraum, d. h. der Differenzdruckraum des Druckverstärkers, mit dem Rücklauf verbunden und damit vom Hochdruck bzw. dem Systemdruck getrennt. Damit wird der Druckverstärker aktiviert und es tritt die entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckverstärkers gewünschte Druckerhöhung ein.

**[0011]** In der dritten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens ist die Anschlaghülse gemäß den beiden vorstehend beschriebenen Ausführungsformen entfallen und durch eine Distanzhülse ersetzt. Die Distanzhülse stützt eine Anschlaghülse innerhalb des Ventilkörpers des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils ab. Während am ersten, bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelement ein erster Sitz als Kegelsitz ausgebildet ist, befinden sich am weiteren, ebenfalls bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelement ein oberer und ein unterer Sitz, deren Anschlagflächen entweder von Nadelsitzhülsen gebildet werden oder von einer Nadelsitzhülse und einer Steuerkante, die am Ventilkörper des Steuerventils ausgeführt ist. Der am ersten, bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelement angeordnete erste Sitz ist im Vergleich zu den beiden vorstehend beschriebenen Ausführungsformen umgedreht. Die Distanzhülse umschließt eine Schließfeder, welche das erste, bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement im Sitzbereich gegen einen Anschlag an der Anschlaghülse anstellt.

**[0012]** In der dritten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens können Nadelsitzhülsen eingesetzt werden, die zum Beispiel das weitere, bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement umschließen und einen Teil des ersten, ebenfalls bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes umschließen. Die mindestens eine Nadelsitzhülse kann ein- oder mehrteilig ausgebildet sein und einen ersten wie einen zweiten Nadelsitzhülsenabschnitt aufweisen. Die mindestens eine Nadelsitzhülse ist innerhalb eines Federhalters gefangen. Die mindestens eine Nadelsitzhülse wird von einer sich im Ventilkörper abstützenden Feder beaufschlagt. Im Ventilkörper befindet sich darüber hinaus ein weiteres Federelement, welches ausschließlich das in der mindestens einen Nadelsitzhülse bzw. in einem ersten Nadelsitzhülsenabschnitt geführte weitere Ventilelement beaufschlagt. Auch in der dritten Ausführungsform sind die beiden einander zuweisenden Stirnseiten der bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelemente druckentlastet, da diese im Bereich eines Rücklaufes zum Niederdruckbereich des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils liegen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0013]** Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

**[0014]** Es zeigen

- Figur 1 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils mit einer am Umfang des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes aufgenommenen, in axiale Richtung verschiebbaren Zwischenhubhülse,
- Figur 1.1 das hydraulische Schaltschema der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform,
- Figur 1.2 Kraft-/Weg-Verläufe der Federelemente der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform,
- Figur 2 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung mit zwei separaten, nadelförmig ausgebildeten Ventilelementen,
- Figur 2.1 Kennlinien der in der Ausführungsform gemäß Figur 2 gesetzten Federelemente,
- Figur 3 eine weitere, dritte Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils mit zwei separaten, nadelförmig ausgebildeten Ventilelementen ohne Zwischenhubhülse und
- Figur 3.1 die Kennlinienverläufe der Federelemente der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform.

### Ausführungsformen

**[0015]** Das nachfolgend in verschiedenen Ausführungsformen beschriebene Steuerventil kann bei Hochdruckspeicher-Einspritzsystemen (Common-Rail) oder bei Anwendungen innerhalb von Pumpe/Düse-Systemen (UI) eingesetzt werden oder andere Einspritzsysteme sowie in der Steuerungs- und Schaltungstechnik. Das Steuerventil eignet sich zum Einsatz an selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen sowie fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschinen, seien sie gemischtaufbereitend, seien es direkteinspritzende, fremdgezündete Verbrennungskraftmaschinen.

**[0016]** Der Darstellung gemäß Figur 1 ist eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils zu entnehmen, welches ein einzelnes, bevorzugt nadelförmig ausgebildetes Ventilelement aufweist, an dessen Umfang eine druckausgeglichene Zwischenhubhülse aufgenommen ist, welche axial verschiebbar ist und vorzugsweise mit einer Feder vorgespannt wird.

**[0017]** Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht hervor, dass ein Steuerventil 10 einen Ventilkörper 12 aufweist, in dem ein Ventilelement, welches bevorzugt als Ventalnadel 38 ausgebildet ist, in vertikale Richtung verschiebbar, aufgenommen ist.

**[0018]** Das in Figur 1 dargestellte Steuerventil 10 umfasst eine Magnetspule 16, die innerhalb eines Magnetkerns 28 aufgenommen ist. Am als Ventalnadel 38 ausgebildeten Ventilelement ist an einer Fügestelle 14 ein scheibenförmiger Anker befestigt, der mit der vom Magnetkern 28 umschlossenen Magnetspule 16 zusammenwirkt. Der Magnetkern 28 kann mittels einer konstanten Vorspannkraft 30 beaufschlagt an die Magnetspule 16 an bzw. an eine diese teilweise umschließende Zwischenscheibe angestellt sein; alternativ ist es auch möglich, den Magnetkern 28 mittels mindestens einer Tellerfeder 26 unter Zwischenschaltung mindestens einer Dichtung 18 federnd an den Magnetkern 16 anzustellen. Die mindestens eine Tellerfeder 26 wird in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform über den Deckel 20 beaufschlagt, der mittels einer Überwurfmutter 22 mit dem Ventilkörper 12 des Steuerventils 10 verbunden ist.

**[0019]** Wird als Steller des Steuerventils 10 eine Magnetspule 16 eingesetzt, so kann mit einer "Schlüssel-Scheibe"-Scheibe 24 und einer dieser zugeordneten Hubeinstellscheibe 32 sowohl ein Restluftspalt des magnetischen Stellers als auch dessen Hub eingestellt werden.

**[0020]** Bevorzugt ist das Ventilelement als Ventalnadel 38 ausgeführt, an dem eine Anschlaghülse 34 aufgenommen ist. Die Anschlaghülse 34 ist am als Ventalnadel ausgebildeten Ventilelement 38 in einem Bereich aufgenommen, in dem dieses in einem ersten Durchmesser  $d_1$  ausgebildet ist. Die Anschlaghülse 34 wird vor dem Fügen der Ankerscheibe an der Fügestelle 14 mit dem als Ventalnadel 38 ausgebildeten Ventilelement montiert und kann gegebenenfalls eine Vorspannungsfunktion übernehmen. Alternativ kann die Anschlaghülse 34 auch entfallen, wenn ein Durchmesser  $d_2$  des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes entsprechend des Außendurchmessers der entfallenen Anschlaghülse dimensioniert wird. Damit lässt sich die Ventalnadel führen und zudem der Druck oberhalb des ersten Sitzes von einem Magnetraum trennen. Dies bietet zudem die Möglichkeit, den Anker zu einem beliebigen Zeitpunkt zu montieren bzw. zu verpressen. Hierzu wird dann die Ausgangsposition der Zwischenhubhülse 44, die vorher durch die Anschlaghülse 34 definiert war, zum Beispiel mit einem Sicherungsring bestimmt, der oberhalb der Zwischenhubhülse 44 zum Beispiel in einer Rechtecknut im Ventilkörper 12 eingefügt ist und somit auch die Federvorspannung der Feder 58 realisiert.

**[0021]** In Bezug auf die Anschlaghülse 34 ist das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 innerhalb eines ersten Hubweges 56 bewegbar. Unterhalb eines Bundes an der Ventalnadel 38 ist ein oberer Sitz 40 ausgebildet, der in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform des Steuerventils 10 als Kegelsitz beschaffen ist. Unterhalb des oberen Sitzes 40 verläuft an der Ventalnadel 38 eine

Kegelfläche 42. Der Bund ist in einem Durchmesser  $d_2$  an der Ventalnadel 38 ausgebildet, der Durchmesser am oberen Sitz 40 der Ventalnadel 38 mit  $d_3$  bezeichnet. Unterhalb des Sitzdurchmessers  $d_3$  der Ventalnadel 38 nimmt diese einen reduzierten Durchmesser  $d_4$  an.

**[0022]** In dem Bereich, in dem das bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 den Durchmesser  $d_4$  aufweist, ist im Wesentlichen die Zwischenhubhülse 44 aufgenommen. Diese weist einen Durchbruch auf, so dass der Bereich unterhalb des oberen Sitzes 40 bei geöffnetem Sitz 40 mit dem Durchbruch der Zwischenhülse 44 im Ventilkörper 12 mündenden zweiten Bohrung 48 verbindbar ist. Im Ventilkörper 12 befindet sich oberhalb des oberen Sitzes 40 eine erste Bohrung 46. Die erste Bohrung 46 im Ventilkörper 12 steht über eine Verbindung 50 mit einer dritten Bohrung 60 im Ventilkörper 12 in Verbindung, die unterhalb der Zwischenhubhülse 44 in einen Hohlraum im Ventilkörper 12 mündet. Da die erste Bohrung 46 und die dritte Bohrung 60 über die Verbindungsleitung 50 hydraulisch miteinander verbunden sind, sind die erste Stirnfläche 52 sowie die zweite Stirnfläche 54 der Zwischenhubhülse 44 druckausgeglichen. Durch eventuell eingebrachte Drosselstellen könnten auch Druckdifferenzen ausgenutzt werden.

**[0023]** Die Zwischenhubhülse 44 stützt sich gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Scheibe an einer Vorspannfeder 58 ab, die sich ihrerseits entweder im Ventilkörper 12 oder an einer oberen Stirnseite einer Nadelsitzhülse 72 abstützt. Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht hervor, dass beide Abstützvarianten der Vorspannfeder 58 möglich sind. Einerseits ist im rechten Teil der Figur 1 dargestellt, dass sich die Vorspannfeder 58 auf der Nadelsitzhülse 72 abstützt, während im linken Teil der Figur 1 dargestellt ist, dass sich die Vorspannhülse 58 unmittelbar auf einer Ausnehmung im Ventilkörper 12 des Steuerventils 10 abstützt.

**[0024]** An der Ventalnadel 38 befindet sich ein zweiter Sitz 64. Der zweite Sitz 64 ist ebenfalls als Kegelsitz ausgebildet, angedeutet durch eine Kegelfläche 66 am Umfang des bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 des Steuerventils 10. Je nach Ausführungsvariante, d. h. ob im Ventilkörper 12 geführten Ventilelement 38 oder in der Nadelsitzhülse 72 geführten Ventilelement 38, ist der zweite Sitz 64 entweder im Ventilkörper 12 oder an einer Steuerkante der Nadelsitzhülse 72 ausgeführt. Oberhalb des zweiten Sitzes 64 mündet die vierte Bohrung 62; unterhalb des zweiten Sitzes 64 mündet eine fünfte Bohrung 70. Die vierte Bohrung 62 bzw. die fünfte Bohrung 70 sind - bei der Ausführungsvariante mit Nadelsitzhülse 72 - über in deren Wandung vorgesehene Durchbrüche mit Ventilträumen oberhalb und unterhalb des zweiten Sitzes 64 verbunden. Ein Sitzdurchmesser des zweiten Sitzes 64 ist mit  $d_5$  bezeichnet. Dieser ist identisch mit einem Durchmesser  $d_7$  des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38, so dass dieses im Bereich unterhalb des zweiten Sitzes 64 druckausgeglichen ist. Falls der erwähnte zweite Sitz 64 durch den Durchmesser  $d_3$  des bevorzugt nadelförmig ausgebilde-

ten Ventilelementes 38 und der unteren Kegelfläche definiert ist, ergibt sich, dass der Bereich oberhalb des zweiten Sitzes 64 druckausgeglichen ist. An der vierten Bohrung 62 bzw. der fünften Bohrung 70 gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform kann zum Beispiel der Düsenteil eines Pumpe-Düse-Systems angeschlossen sein.

**[0025]** Unterhalb des Sitzdurchmessers  $d_5$  weist das bevorzugt nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 einen reduzierten Durchmesser  $d_6$  auf. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass ein Durchmesser  $d_3$  des nadelförmigen Ventilelementes 38 im Bereich der Zwischenhubhülse 44 dem Sitzdurchmesser  $d_3$  des ersten Sitzes 40 entspricht, so dass das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 auch im Bereich des ersten Sitzes 40 druckausgeglichen ist.

**[0026]** Eventuell kann der Durchmesser des ersten Sitzes 40 so gewählt werden, dass dieser den Durchmesser  $d_3$  übersteigt, so dass eine Druckstufe entsteht. Das Federelement 76 kann in diesem Falle entfallen. Bei dieser Ausführungsform kann die Anschlaghülse 34 ebenfalls entfallen, so dass der Hochdruck bzw. der Systemdruck bei geschlossenem ersten Sitz 40 innerhalb der druckausgeglichenen Zwischenhubhülse 44 ansteht. Die aufgrund der Durchmesserdivergenz entstehende Druckstufe wirkt in Öffnungsrichtung.

**[0027]** Unterhalb der Nadelsitzhülse 72 befindet sich eine Rückstellfeder 76, welche die untere Stirnseite des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 beaufschlagt. Unterhalb der Rückstellfeder 76 im Federhalter 77 verläuft ein niederdruckseitiger Rücklauf 74. An der ersten Bohrung 46, die mit der dritten Bohrung 60 in Verbindung steht, kann zum Beispiel der Zulauf für ein Pumpe-Düse-System angebunden sein, der durch Schließen des ersten Sitzes 40 betätigbar ist, oder eine Förderpumpe zur Förderung von Kraftstoff angeschlossen sein. An der zweiten Bohrung 48 ist ein Kolbenraum 198 angeschlossen (vergleiche auch Figur 6). An der vierten Bohrung 62 kann zum Beispiel ein Steuerraumdruck der Einspritzdüse anstehen, während an der fünften Bohrung 70 ein niederdruckseitiger Rücklauf angeschlossen werden kann.

**[0028]** Die Funktionsweise der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils 10 gemäß Figur 1 stellt sich wie folgt dar:

**[0029]** Bei Bestromung der Magnetspule 16 wird der Anker des Magnetventiles angezogen und das in der ersten Ausführungsform gemäß Figur 1 einstückig ausgebildete nadelförmige Ventilelement 38 bewegt sich in vertikale Richtung nach unten. Dabei wird zunächst der erste Sitz 40 geschlossen, d. h. die Kegelfläche 42 stellt sich in die erste Stirnfläche 52 der druckausgeglichenen Zwischenhubhülse 44. Damit ist der erste Sitz 40 geschlossen. Aufgrund der Verbindung 50 der ersten Bohrung 46 mit der dritten Bohrung 60 ist die Zwischenhubhülse 44 an ihrer ersten Stirnfläche 52 und ihrer zweiten Stirnfläche 54 druckausgeglichen. Bei weiter andauernder Bestromung der Magnetspule 16 fährt der Anker wei-

ter in vertikaler Richtung nach unten, so dass die Zwischenhubhülse 44 durch das an der ersten Stirnfläche 52 angreifende nadelförmige Ventilelement 38 in vertikale Richtung nach unten entgegen der Wirkung der Vorspannfeder 58 gedrückt wird. Dadurch wird der zweite Sitz 64 geschlossen. Das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 fährt zuerst in den ersten Sitz 40. Da die Zwischenhubhülse 44 über die Vorspannfeder 58 vorgespannt ist, ergibt sich ein Kraftsprung, der Magnetkraft überwinden muss, um das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 in den zweiten Sitz 64 zu bringen und in diesem halten zu können.

**[0030]** Nach Schließen des zweiten Sitzes 64, d. h. wenn beide Sitze 40, 64 geschlossen sind, steht die von der Magnetspule 16 aufgebrachte Kraft mit der Rückstellkraft der Vorspannfeder 58, der Rückstellfeder 76 und der resultierenden Sitzkraft im zweiten Sitz 64 im Gleichgewicht. Durch die in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsform des Steuerventils 10 können der erste Sitz 40 und der zweite Sitz 64 geschlossen werden, es können beide Sitze 40, 64 offen stehen, und es kann der erste Sitz 40 geschlossen werden, während der zweite Sitz 64 offen steht, wie aus dem in Figur 1.1 angedeuteten Schaltschema hervorgeht.

**[0031]** Die erste Bohrung 46 steht über die Verbindung 50 mit der dritten Bohrung 60 in Verbindung und kann entweder durch das Öffnen oder Schließen des ersten Sitzes 40 mit der zweiten Bohrung 48 verbunden werden, während die vierte Bohrung 62 oder die fünfte Bohrung 70 im unteren Bereich des Ventilkörpers 12 des Steuerventils 10 miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können. Damit bietet das Schaltventil 10 mit der Zwischenhubhülse 44 drei Schaltstellungen bei vier Anschlüssen und wirkt als 4/3-Wegeventil.

**[0032]** Der Darstellung gemäß Figur 1.1 ist das hydraulische Schaltschema der in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils zu entnehmen.

**[0033]** Aus der Darstellung gemäß Figur 1.1 ergibt sich, dass das Steuerventil 10 durch den Steller, der in der Ausführungsform gemäß Figur 1 als Magnetspule ausgebildet ist, in 3 verschiedene Positionen gestellt werden kann. In der Darstellung gemäß Figur 1.1 ist das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 durch die Rückstellfeder 76 beaufschlagt, angedeutet. In einer ersten Schaltstellung 78 stehen der erste Sitz 40 und der zweite Sitz 64 offen, so dass die erste Bohrung 46, die mit der dritten Bohrung 60 verbunden ist, mit der zweiten Bohrung 48 hydraulisch in Verbindung stehen. In einer zweiten Schaltstellung 80 ist der erste Sitz 40 geschlossen und der zweite Sitz 64 offen, so dass die vierte Bohrung 62 mit der fünften Bohrung 70 in Verbindung steht. In der in Figur 1.1 schematisch dargestellten dritten Schaltstellung 82 schließlich, sind sowohl der erste Sitz 40 als auch der zweite Sitz 64 geschlossen. Aus dem Schaltschema gemäß der Darstellung in Figur 1.1 geht hervor, dass die Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils 10 gemäß der Darstel-

lung in Figur 1 ein 4/3-Wegeventil darstellt, welches zwei Sitze 40, 64 aufweist, die in der Ausführungsform gemäß Figur 1 als Kegelsitze beschaffen sind.

**[0034]** Figur 1.2 zeigt die Kennlinien der Federelemente der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform.

**[0035]** Aus den Kennlinienverläufen gemäß der Darstellung in Figur 1.2, die sich auf die Ausführungsform des Steuerventils 10 gemäß Figur 1 beziehen, geht hervor, dass in A das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 in einer ersten Schaltstellung an der Anschlaghülse 34 anliegt. Wird das Magnetventil 16 betätigt, schließt der erste Sitz 40 bei B. Dies entspricht einer zweiten Schaltstellung. Wird das Magnetventil 16 weiter bestromt, so beginnt bei Erreichen von C das Schließen des zweiten Sitzes 64, der bei D vollständig geschlossen ist. In dieser Stellung hat das Steuerventil 10 seine in Figur 1.1 durch Bezugszeichen 82 dargestellte Position erreicht, indem der erste Sitz 40 bei B und der zweite Sitz 64 bei D gemäß der Darstellung in Figur 1.2 geschlossen sind, was der dritten Schaltstellung 82 gemäß Figur 1.1 entspricht. Der Index .2 kennzeichnet den Punkt, an dem durch weitere Steigerung der Magnetkraft durch Bestromung der Magnetspule 16 eine Steigerung der Kontaktkraft im Sitz erreicht werden kann.

**[0036]** Figur 2 zeigt eine weitere zweite Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils mit zwei separaten, bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilelementen.

**[0037]** Die in Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsform des Steuerventils 10 umfasst den Ventilkörper 12, in den das erste Ventilelement 38 und ein weiteres Ventilelement 108 integriert sind. Im oberen Bereich des Ventilkörpers 12 ist der Steller - hier ausgebildet als Magnetspule 16 - eingebettet in den Magnetkern 28 angeordnet. Der Magnetkern 28 und die Magnetspule 16 können - wie in Figur 2 dargestellt - entweder über eine konstante Vorspannkraft 30 beaufschlagt sein oder alternativ mittels des Deckels 20, der durch die Überwurfmutter 22 am Ventilkörper 12 fixiert ist, vorgespannt sein. Zur Abdichtung zwischen dem Deckel 20 und dem Ventilkörper 12 ist mindestens eine ringförmige Dichtung 18 vorgesehen. In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform befindet sich unterhalb des an der Fügestelle 14 mit dem Ventilelement 38 gefügten Ankers eine Rückstellfeder. Diese kann sich sowohl - wie in Figur 2 dargestellt - an der Hubeinstellscheibe 32 bzw. der Anschlaghülse 34, als auch an einer Federauflage 100 der "Schlüsselloch"-Scheibe 24 abstützen.

**[0038]** Analog zur in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsform befindet sich innerhalb des Ventilkörpers 12 die Anschlaghülse 34. Zwischen dieser und einem Bund am Umfang des Ventilelementes 38 ist ein erster Hubweg 56 ausgebildet. In Höhe des Bundes weist die Anschlaghülse 34 mindestens eine Öffnung 36 auf, der gegenüber im Ventilkörper 12 die erste Bohrung 46 ausgebildet ist. Die erste Bohrung 46 steht über die Verbindung 50 mit der dritten Bohrung 60 hydraulisch in Verbindung.

**[0039]** Unterhalb des Bundes weist das Ventilelement 38 die Kegelfläche 42 auf, durch die im Zusammenspiel mit der Zwischenhubhülse 44 der erste Sitz 40 gebildet ist. Da die erste Bohrung 46 oberhalb des ersten Sitzes 40 über die Verbindung 50 mit der dritten Bohrung 60 hydraulisch in Verbindung steht, sind die erste Stirnfläche 52 und die zweite Stirnfläche 54 der Zwischenhubhülse 44 mit identischen Druckniveaus beaufschlagt, so dass diese druckausgeglichen ist.

**[0040]** Die Zwischenhubhülse 44 ist am Umfang des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 angeordnet, wobei der Sitzdurchmesser des ersten Sitzes 40 dem Führungsdurchmesser der Zwischenhubhülse 44 am Umfang des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 entspricht. Die Zwischenhubhülse 44 ist an der zweiten Stirnfläche 54 unter Zwischenschaltung einer Einlegescheibe von der Vorspannfeder 58 beaufschlagt. Analog zur Darstellung gemäß Figur 1 kann sich die Vorspannfeder 58 entweder unmittelbar am Ventilkörper 12 oder an der Stirnseite einer einteilig ausgebildeten Nadelsitzhülse 72 oder an einer mehrteilig ausgebildeten Nadelsitzhülse 110, 112 abstützen.

**[0041]** Unterhalb des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 ist im Ventilkörper 12 bzw. der mehrteilig ausgebildeten Führungshülse 110, 112 das weitere Ventilelement 108 gelagert. Dessen obere Stirnfläche liegt in einem Abstand 128 zur Stirnfläche des nadelförmigen Ventilelementes 38. Im Bereich dieses Abstandes 128 mündet ein Rücklauf 102 in den Ventilkörper 12 bzw. den ersten Führungshülse 110. Dadurch sind die beiden einander zuweisenden Stirnseiten des Ventilelementes 38 und des weiteren Ventilelementes 108 im Bereich des Abstandes 128, der ein Spiel darstellt, druckentlastet. Am weiteren Ventilelement 108 sind ein erster unterer Sitz 104 und ein zweiter unterer Sitz 106 ausgebildet. Diese können zum Beispiel als Kegelsitze und als Schieber ausgeführt sein. Über das weitere Ventilelement 108 können die unterhalb des Rücklaufes 102 mündenden Bohrungen, d. h. die vierte Bohrung 62, die fünfte Bohrung 70 und die sechste Bohrung 114 für vielseitige Anwendungen gesteuert werden. Das weitere Ventilelement 108 stellt ein 3/3-Steuerventil dar. Zusammengefasst mit Ventilelement 38 stellt das Steuerventil 10 gemäß Darstellung in Figur 2 ein 5/4-Steuerventil dar, welches zwei Ventile mit separatem Steller bzw. separatem Magneten durch ein Ventil mit einem Steller ersetzt. Fehlt die sechste Bohrung 114, die Scheibe 132 sowie die erste Rückstellfeder 116, und entfällt der Zwischenhub 130, ist durch das Steuerventil 10 gemäß der Darstellung in der Ausführungsform in Figur 2 ein 4/3-Ventil gegeben, welches zwei Ventile durch eines ersetzt.

**[0042]** Ein weiterer Vorteil, der mit der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform erzielbar ist, liegt darin, dass aufgrund der kürzeren Länge der Ventilelemente 38 bzw. 108 deren Durchbiegung beim endbearbeitenden Schleifen wesentlich geringer ist. Dadurch lassen sich das kürzere Ventilelement 38 und das weitere Ventilelement 108 in höherer Bearbeitungsgüte herstellen, da diese weni-

ger ballig ausfallen, was ihrer geringeren Durchbiegung zuzuschreiben ist.

**[0043]** Der an dem weiteren Ventilelement 108 ausgebildete erste untere Sitz 104 arbeitet mit einer Sitzfläche zusammen, die entweder unterhalb eines ersten Durchbruches 120 des zweiten Führungshülsenabschnittes 112 ausgebildet ist, oder der unmittelbar am Ventilkörper 12 ausgebildet sein kann. Der zweite untere Sitz 106 am weiteren Ventilelement 108 hingegen arbeitet mit einer zweiten Steuerkante 126 des ersten Führungshülsenabschnittes 110 zusammen. Unterhalb des zweiten Sitzes 106 verläuft am weiteren Ventilelement 108 eine erste Steuerkante 124. Der erste Führungshülsenabschnitt 110 ist durch einen Ring 132 abgestützt. Der Ring 132 wiederum wird durch eine erste Rückstellfeder 116 beaufschlagt, die eine weitere, zweite Rückstellfeder 118, die das weitere Ventilelement 108 beaufschlagt, umschließt. Die erste Rückstellfeder 116 beaufschlagt den ersten Führungshülsenabschnitt 110, wobei der erste Führungshülsenabschnitt 110 den Anschlag für die erste Rückstellfeder 116 darstellt. Über eine Einstellscheibe wird deren Federvorspannung bestimmt. Der erste Führungshülsenabschnitt 110 ist durch den Federhalter 77 gestützt und in axialer Richtung festgelegt. Die Funktionsweise der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform des Steuerventils 10 stellt sich wie folgt dar:

**[0044]** Bei Bestromung der Magnetspule 16 des als Magneten ausgebildeten Stellers wird der an der Füge- stelle 14 mit dem nadelförmig ausgebildeten Ventilelement 38 verbundene Anker angezogen. Dadurch fährt der Anker entgegen der Federwirkung der Vorspannfeder, die sich auf der Anschlaghülse 34 bzw. der Feder- auflage 100 der "Schlüsselloch"-Scheibe 24 abstützt, in vertikale Richtung nach unten und stellt den Bund am Umfang des Ventilelementes 38 in den ersten Sitz 40. Durch die weitere Bestromung der Magnetspule 16 wird die Zwischenhülse 44, die sich auf der Vorspannfeder 58 abstützt, nach unten gedrückt, bis nach Überwindung des Spiels 128 die untere Stirnseite des Ventilelementes 38 das weitere Ventilelement 108 kontaktiert. Da dieses durch die zweite Rückstellfeder 118 vorgespannt ist, ist diese im Ruhezustand vor Kontaktierung durch das Ventilelement 38 in den ersten unteren Sitz 104 gestellt, der demnach geschlossen ist.

**[0045]** Wird das weitere Ventilelement 108 nach Überwindung des Abstandes 128 durch die untere Stirnseite des Ventilelementes 38 beaufschlagt, so wird der erste untere Sitz 104 entgegen der Wirkung der ersten Rückstellfeder 118 geöffnet. Ist die erste Rückstellfeder 118 vorgespannt, so erfolgt ein Kraftsprung bei E im Diagramm. Die durch das Magnetventil 16 aufzubringende Magnetkraft muss diesen Kraftsprung überwinden, damit der Sitz 104 öffnet.

**[0046]** Nach dem Öffnen von Sitz 104 durchfährt das weitere Ventilelement 108 den Hohlraum, der innerhalb des ersten Führungshülsenabschnittes 110 ausgebildet ist, bis der durch den Zwischenhub 130 dargestellte Abstand aufgebraucht ist. Dort Kraftsprung 116. 124 ist

noch in Überdeckung mit 126, erst bei nochmaliger Steigerung der Magnetkraft fährt die Nadel 108 auf Anschlag (Hubanschlag in Figur 2 hinzugefügt). Schieberkante 124 ist nur unterhalb von 126, daraus folgt Verbindung von 114 mit anderen Bohrungen (alternativ zum Hubanschlag/Endanschlag könnte 108 am unteren Kegel auf 110 anschlagen, dann müsste jedoch 106 oder der untere Kegel Anschliffe erhalten, damit Verbindung da ist).

**[0047]** Durch die in Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsform des Steuerventils 10 können durch den ersten Sitz 40 die erste Bohrung 46 und die dritte Bohrung 60 mit der zweiten Bohrung 48 verbunden werden. Je nach Stellung des weiteren Ventilelementes 108 können durch den ersten unteren Sitz 104 die vierte Bohrung 62 und die fünfte Bohrung 70 voneinander getrennt oder miteinander verbunden werden. Außerdem ist in der Endstellung die vierte Bohrung 62 mit der fünften Bohrung 70 und der sechsten Bohrung 114 verbunden.

**[0048]** Figur 2.1 zeigt in schematischer Darstellung die Kennlinien der in der Ausführungsform gemäß Figur 2 eingesetzten Federelemente.

**[0049]** Aus der Darstellung gemäß Figur 2.1 geht hervor, dass bei A das Ventilelement 38 am Anschlag, d. h. der unteren Stirnseite der Anschlaghülse 34, anliegt. Nach Erreichen des Punktes B ist das Ventilelement 38 in den ersten Sitz 40 gefahren, dieser ist demnach geschlossen. Die Bestromung der Magnetspule 16 bewirkt, dass durch den geschlossenen ersten Sitz 40 und das Ventilelement 38 die Zwischenhubhülse 44 entgegen der Wirkung der Vorspannfeder 58 nach unten bewegt wird, jedoch erst nach Überschreiten der vorgespannten Feder. Bei E ist das Spiel 128 aufgebraucht, d. h. der Abstand 128 durchfahren, der erste untere Sitz 104 öffnet erst nach Überschreiten der durch die vorgespannte Feder aufgebrauchten Federkraft. Gleiches gilt für den Betriebszustand G. Nach Erreichen des Zustandes G ist der Zwischenhub 130 aufgebraucht, das Ventilelement 108 befindet in Mittelstellung, während bei Erreichen von Punkt I der zweite untere Sitz 106 durch Anlage an der zweiten Steuerkante 126 anschlägt. Alternativ fährt das Ventilelement 38, 108 in Punkt I auf einen skizzenhaft dargestellten Hubanschlag. In dieser letztgenannten Stellung I stehen die Magnetkraft mit der Federkraft der Vorspannfeder, der Vorspannfeder 58 sowie der ersten und zweiten Rückstellfeder 116 bzw. 118 im Gleichgewicht, demnach mit allen Federkräften sowie der Kontaktkraft am Anschlag. Mit Bezugszeichen J ist eine weitere Steigerung der Magnetkraft angedeutet, wodurch die Kontaktkraft nochmals erhöht wird.

**[0050]** Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils mit zwei separaten Ventilelementen, jedoch ohne Zwischenhubhülse.

**[0051]** Im Unterschied zur in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils die Zwischenhubhülse 44 entfallen. Diese ist durch eine Distanzhülse 150 ersetzt, welche im Ven-

tilkörper 12 die Anschlaghülse 34 abstützt.

**[0052]** Im Unterschied zur in Figur 3 dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils 10 mit zwei separaten Ventilelementen 38, 108 ist der Bund, an dem die Kegelfläche 42, die den ersten Sitz 40 bildet, am Umfang des Ventilelementes 38 in umgekehrter Richtung ausgebildet. Die Distanzhülse 150 umschließt die Vorspannfeder 58, die im Unterschied zur in Figur 2 dargestellten Ausführungsform des Steuerventils 10 nun nicht mehr im Magneteil, sondern in den Injektorkörper 12 integriert ist, und den Bund, d. h. den ersten Sitz 40, in Schließstellung beaufschlagt.

**[0053]** Oberhalb des ersten Sitzes 40 mündet die zweite Bohrung 48. Die zweite Bohrung 48 stellt entweder die Hochdruckanbindung dar bzw. kann auch als Absteuerbohrung zur Absteuerung von Steuermenge bei zu betätigendem Einspritzventilglied eingesetzt werden. Die Hochdruckanbindung kann auch an der dritten Bohrung 60 angeschlossen sein. In Bezug auf die zweite Bohrung 48 und die dritte Bohrung 60 kann die jeweils andere Bohrung die niederdruckseitige Verbindung zum Rücklauf darstellen, wenn an einer der beiden Bohrungen 48 bzw. 60 die Hochdruckanbindung verwirklicht ist.

**[0054]** Unterhalb des ersten Sitzes 40 mündet im Injektorkörper Ventilkörper 12 die dritte Bohrung 60, welche zum Beispiel mit dem Rücklauf verbunden sein kann, während die zweite Bohrung 48 zum Beispiel mit dem Ablauf eines Steuerraumes eines Kraftstoffinjektors verbunden sein kann und die Steuermenge absteuert.

**[0055]** Zwischen dem Ventilelement 38 und dem weiteren Ventilelement 108 liegt eine Scheibe. Im Gegensatz zur Darstellung gemäß Figur 2, in der Spiel zwischen der unteren Stirnfläche des nadelförmig ausgebildeten Ventilelementes 38 und der oberen Stirnfläche des Ventilelementes 108 herrscht, ist dies in der in Figur 3 dargestellten zweiten Schaltstellung aufgebraucht. Das in Figur 2 dargestellte Spiel liegt vor, weil das nadelförmig ausgebildete Ventilelement 38 noch gemeinsam mit der Hülse auf das zweite, weitere Ventilelement 108 fahren kann (vergleiche Kraftwegdiagramm von B nach E). Dieser Weg ist in der in Figur 3 dargestellten Schaltstellung entfallen, da dort keine verschiebbare Hülse vorliegt. Aus der Darstellung gemäß Figur 3 geht hervor, dass der erste untere Sitz 104 geschlossen ist und die vierte Bohrung 62 von der fünften Bohrung 70 trennt. Das weitere Ventilelement 108 ist von den analog zur Ausführungsform gemäß Figur 2 ausgebildeten Führungshülsenabschnitten 110, 112 mit ihren jeweiligen Durchbrüchen 120, 122 umschlossen. Alternativ kann das weitere Ventilelement 108 auch unmittelbar im Ventilkörper 12 geführt sein.

**[0056]** In der Betriebsstellung gemäß Figur 3 ist der zweite untere Sitz 106 geöffnet, so dass die fünfte Bohrung 70 mit der sechsten Bohrung 114 hydraulisch in Verbindung steht. In diesem Falle sind die erste Steuerkante 124 und die Steuerkante 126 im ersten Führungshülsenabschnitt 110 unwirksam.

**[0057]** Durch die Ausbildung des Zwischenhubes 130



ist das weitere Ventilelement 108 lediglich von der zweiten Rückstellfeder 118 beaufschlagt. Die erste Rückstellfeder 116 stützt sich auf dem ersten Führungshülsenabschnitt 110 ab, welcher den Anschlag für die erste Rückstellfeder 116 darstellt. Die Einstellscheibe 132 dient zur Einstellung der über die erste Rückstellfeder 116 aufgebrauchten Federvorspannung und als Mitnehmer für das weitere Ventilelement 108, um so den Zwischenhub 130 zu definieren. Der erste Führungshülsenabschnitt 110 ist von unten durch den Federhalter 77 abgestützt. Der Zwischenhub 130 ermöglicht eine Dreiwegefunktion des weiteren Ventilelementes 108.

**[0058]** Während an der zweiten Bohrung 48 zum Beispiel der Ablauf eines Steuerraumes eines Kraftstoffinjektors angeschlossen sein kann, kann an der dritten Bohrung 60 zum Beispiel der niederdruckseitige Rücklauf des Kraftstoffinjektors angeschlossen werden. Bezugszeichen 102 markiert einen niederdruckseitigen Rücklauf, über den die beiden einander gegenüberliegenden Stirnseiten des Ventilelementes 38 und des weiteren Ventilelementes 108 druckentlastbar sind. An der vierten Bohrung 62 kann zum Beispiel ein Rücklaufanschluss angeschlossen werden, während an der fünften Bohrung 70 die Steuerbohrung für einen Druckverstärker eines Kraftstoffinjektors anschließbar ist und bei 114, d. h. der sechsten Bohrung, ein Zulauf des Druckverstärkers angeschlossen werden kann.

**[0059]** Mit der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform des Steuerventils 10 kann über das weitere Ventilelement 108 ein Druckverstärker gesteuert werden. Über den Zwischenhub 130 und die zweite Rückstellfeder 118 wird dem weiteren Ventilelement 108 eine Dreiwegefunktion verliehen; falls der Zwischenhub 130 nicht ausgebildet ist, die zweite Rückstellfeder 118 sowie die Scheibe 132 fehlt, stellt das Steuerventil 10 insgesamt ein 5/3-Wegeventil dar. Entfallen die sechste Bohrung 114, der Zwischenhub 130, der Ring 132 sowie die zweite Rückstellfeder 118, stellt das Steuerventil 10 insgesamt gesehen ein 4/3-Wegeventil dar. Bleibt das Steuerventil 10 so ausgebildet wie in der Darstellung gemäß Figur 3, so stellt dieses ein 5/4-Wege-Steuerventil zum Einsatz in einem Kraftstoffinjektor dar. Mit der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform lassen sich bei Verwirklichung des Zwischenhubes 130, dem Vorsehen des Ringes 132 sowie der zweiten Rückstellfeder 118 sowohl eine Druckverstärkeranbindung als auch die Ansteuerung einer Düse eines Kraftstoffinjektors erreichen.

**[0060]** Mit einem Steller, in der Darstellung gemäß Figur 4 eine Magnetspule 16, kann das Steuerventil 10 betätigt werden. Durch den in Figur 4 dargestellten "umgedrehten" ersten Sitz 40, der als Kegelsitz 42 ausgebildet ist, wird ein Öffnen des ersten Sitzes 40 bei Ansteuerung der Magnetspule 16 entgegen der Wirkung der Vorspannfeder 58 erreicht. Beim Weiterfahren des Ventilelementes 38 nach unten trifft dieses auf das weitere Ventilelement 108, welches durch die erste Rückstellfeder 118 vorgespannt ist. In der Ausführungsform gemäß Figur 4 öffnet in der Endstellung der erste untere Sitz

104, während der zweite untere Sitz 106 schließt. Dies ist vorteilhaft zur Regelung eines Druckverstärkers.

**[0061]** Der Darstellung gemäß Figur 3.1 sind die Kennlinienverläufe der Federelemente der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Steuerventils 10 im Detail zu entnehmen.

**[0062]** Aus der Darstellung gemäß Figur 3.1 geht hervor, dass bei A das Ventilelement 38 durch die Wirkung der Vorspannfeder 58 in den ersten Sitz 40 gestellt ist. Bei Erreichen des Punktes K entsteht ein Kontakt des Ventilelementes 38 mit dem weiteren Ventilelement 108. Dieser Kontakt liegt auch bei steigender Magnetkraft bei "L" vor. Beim Erreichen des Punktes A ist der erste Sitz 40 geschlossen. In K trifft das Ventilelement 38 auf das Ventilelement 108. Bei L wird die Magnetkraft durch die Magnetspule 16 nochmals gesteigert so dass sich das Ventilelement erst dann bewegt, wenn die Vorspannkraft der zweiten Rückstellfeder 118 überwunden ist. Bei Erreichen des Punktes M bewegen sich die Ventilelemente 38, 108 derart, bis der Zwischenhub 130 aufgebraucht ist und null beträgt. In N wird die Magnetkraft durch die Magnetspule 16 nochmals gesteigert, bis die Vorspannkraft der ersten Rückstellfeder 116 erreicht ist. Bei O fährt das weitere Ventilelement 108 in den zweiten unteren Sitz 106. Gemäß P kann die Magnetkraft durch weitere Bestromung der Magnetspule 16 nochmals gesteigert werden, so dass die im Sitz erreichte Schließkraft nochmals gesteigert werden kann.

**[0063]** In der Darstellung gemäß Figur 4 ist das erfindungsgemäß vorgeschlagene Steuerventil mit Anschlüssen zu einem Druckverstärker und bzw. zu einem Einspritzventil mit so einem Kraftstoffinjektor dargestellt.

**[0064]** Figur 4 ist entnehmbar, dass ein Druckverstärker 160 über eine Hochdruckförderaggregat 162 mit unter Systemdruck stehenden Kraftstoff versorgt wird. Der Druckverstärker 160 umfasst einen Druckverstärkerkolben 164, der einen ersten größeren Durchmesser 172 sowie einen zweiten geringeren Durchmesser 174 aufweist. Das Verhältnis der Quadrate der Durchmesser 172 und 174 des Druckverstärkerkolbens 164 definiert dessen Übersetzungsverhältnis. Der Druckverstärker 160 umfasst eine Differenzdruckraum 166 sowie einen Kompressionsraum 168. Zur Wiederbefüllung des Kompressionsraumes 168 ist im Druckverstärkerkolben 164 ein Rückschlagventil 170 aufgenommen. Mit Bezugszeichen 176 ist ein Ablauf eines Steuerraumes, mit Bezugszeichen 178 der Zulauf zum Steuerraum bezeichnet. Durch Druckentlastung bzw. Druckbeaufschlagung des Steuerraumes über den Ablauf 176 bzw. den Zulauf 178 wird ein bevorzugt nadelförmig ausgebildetes Einspritzventil 180 betätigt. Dieses ist in vertikaler Richtung verschiebbar in einem Düsenkörper 182 eines Kraftstoffinjektors aufgenommen. Der Steuerraum dieses Kraftstoffinjektors ist mit Bezugszeichen 184 bezeichnet und enthält eine Schließfeder 186. Im Zulauf 176 bzw. im Ablauf 178 befindet sich jeweils eine Drossel 188.

**[0065]** Das in Figur 4 schematisch dargestellte erfindungsgemäß vorgeschlagene Steuerventil 10 wird durch

die Magnetspule 16 beaufschlagt und wirkt gegen mindestens eine Feder wie schematisch in Figur 4 angedeutet. Der dritten Bohrung 60 bzw. der vierten Bohrung 62 sind ein Rücklauf zu einem Kraftstoffreservoir angeschlossen an der fünften Bohrung 70 ist der Differenzdruckraum 166 des Druckverstärkers 160 angeschlossen. An der sechsten Bohrung 114 liegt der Hochdruckzulauf über das im Hochdruckförderaggregat 162 komprimierte Fluid im vorliegenden Falle Kraftstoff an. Über die zweite Bohrung 48 wird der Steuerraum 184 des Kraftstoffinjektors druckentlastet.

**[0066]** In der Darstellung gemäß Figur 5 ist ein erfindungsgemäß vorgeschlagenes Steuerventil schematisch dargestellt, wie in Figur 3 im Schnitt wiedergegeben.

**[0067]** Der Darstellung in Figur 6 ist in schematischer Wiedergabe ein Pumpe/Düse-Einspritzsystem zu entnehmen.

**[0068]** Der Darstellung gemäß Figur 6 ist entnehmbar, dass eine als Hochdruckquelle dienendes Pumpe/Düsesystem 190 und das erfindungsgemäß vorgeschlagene Steuerventil 10 betätigt durch die Magnetspule 16 ein Kraftstoffinjektor mit Kraftstoff beaufschlagbar ist. Das Pumpe/Düse-System 190, welches hier alternativ zu einem Hochdruckförderaggregat dargestellt ist umfasst einen Nocken 192 der auf einen Kolben 194 wirkt. Der Kolben 194 ist in einem Pumpenkörper 196 geführt. Im Pumpenkörper 196 befindet sich ein Kolbenraum 198. Dieser Kolbenraum 198 ist einerseits mit einem das Einspritzventilglied 180 umgebenden Ringraum, der Hochdruck führt, verbunden, und andererseits mit dem Zulauf vom Kraftstofftank. Letztere Verbindung kann über die Schaltfunktion des oberen Sitzes 46, 60, 48 unterbrochen oder verbunden werden, so dass die Pumpe Hochdruck sieht oder nicht. Über das Steuerventil 10 und dessen Bohrungen 62, 70, vgl. Figuren 1 und Figuren 1.1, kann der Steuerraum 184 über den Ablauf 176 bzw. den Zulauf 178 druckentlastet bzw. druckbeaufschlagt werden, so dass das nadelförmig ausgebildete Einspritzventilglied 180 entweder am brennraumseitigen Ende ausgebildete Einspritzöffnungen freigibt oder diese verschließt. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass im Ablauf 176 des Steuerraums 184 eine Ablaufdrossel 202 ausgebildet ist, während sich im Zulauf zum Steuerraum 184 des Figur 6 schematisch angedeuteten Kraftstoffinjektors eine Zulaufdrossel befindet.

## Patentansprüche

1. Steuerventil (10), insbesondere zur Betätigung von Kraftstoffinjektoren von Verbrennungskraftmaschinen mit einem Ventilkörper (12) und einem Steller (16, 28), zur Betätigung mindestens eines Ventilelementes (38, 108), **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Mehrfachbetätigung des Stellers (16, 28) ein erster Sitz (40) durch das mindestens eine Ventilelement (38, 108) geöffnet bzw. geschlossen wird, welches einen weiteren zweiten Sitz (64; 104, 106) öff-

net oder verschließt.

2. Steuerventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem mindestens einen Ventilelement (38, 108) eine druckausgeglichene Zwischenhubhülse (44) axial verschiebbar aufgenommen ist.
3. Steuerventil gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die druckausgeglichene Zwischenhubhülse (44) von einer Vorspannfeder (58) beaufschlagt ist, die sich am Ventilkörper (12) oder an einer ein- oder mehrteilig ausgebildeten Führungshülse (72; 110, 112) abstützt.
4. Steuerventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Sitz (40) und der mindestens eine weitere Sitz (64; 104, 106) als Kegelsitz ausgeführt sind.
5. Steuerventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (10) ein einteiliges Ventilelement (38) aufweist, an dem ein erster Sitz (40) und ein weiterer zweiter Sitz (64) ausgebildet sind und das Ventilelement (38) durch eine Rückstellfeder (76) beaufschlagt ist, oder  
dass das Steuerventil (10) ein erstes und ein weiteres Ventilelement (38, 108) aufweist, wobei am ersten Ventilelement (38) der erste Sitz (40) und am weiteren Ventilelement (108) mindestens ein Sitz (104, 106) ausgebildet ist.
6. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei vorgespannter Vorspannfeder (58) und vorgespannter erster Rückstellfeder (116) das erste Ventilelement (38) das zweite weitere Ventilelement (108) kontaktiert und ein weiterer Hubweg der einander kontaktierenden Ventilelemente (38, 108) durch einen Zwischenhub (130) definiert ist.
7. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnseiten des ersten Ventilelementes (38) und des weiteren Ventilelementes (108) unter Ausbildung eines Abstandes (128) im Bereich eines Rücklaufanschlusses (102) am Ventilkörper (12) einander gegenüberliegen.
8. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigung des weiteren Ventilelementes (108) durch das Ventilelement (38), welches durch den Steller (16, 28) betätigt wird, erfolgt, und das weitere Ventilelement (108) einen Druckverstärker steuert, der an Anschlüssen (62, 70, 114) angeschlossen ist.
9. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilelement (38) und das weitere Ventilelement (108) ein 5/3-Wege-Ventil dar-

stellen.

10. Steuerventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ventilelement (38) im Bereich des ersten Sitzes (40) und des weiteren zweiten Sitzes (64), jeweils Sitzdurchmesser ( $d_3$ ,  $d_5$ ), aufweisen, die den Führungsdurchmesser ( $d_3$ ,  $d_7$ ) des Ventilelementes (38) entsprechen. 5
11. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere zweite Sitz (64) als Schiebersitz ausgebildet ist. 10
12. Steuerventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** am weiteren, zweiten Ventilelement (108) bevorzugt zwei Sitze (104, 106) ausgebildet sind, die als einander entgegengesetzt orientierte Kegelsitze ausgebildet sind. 15

20

25

30

35

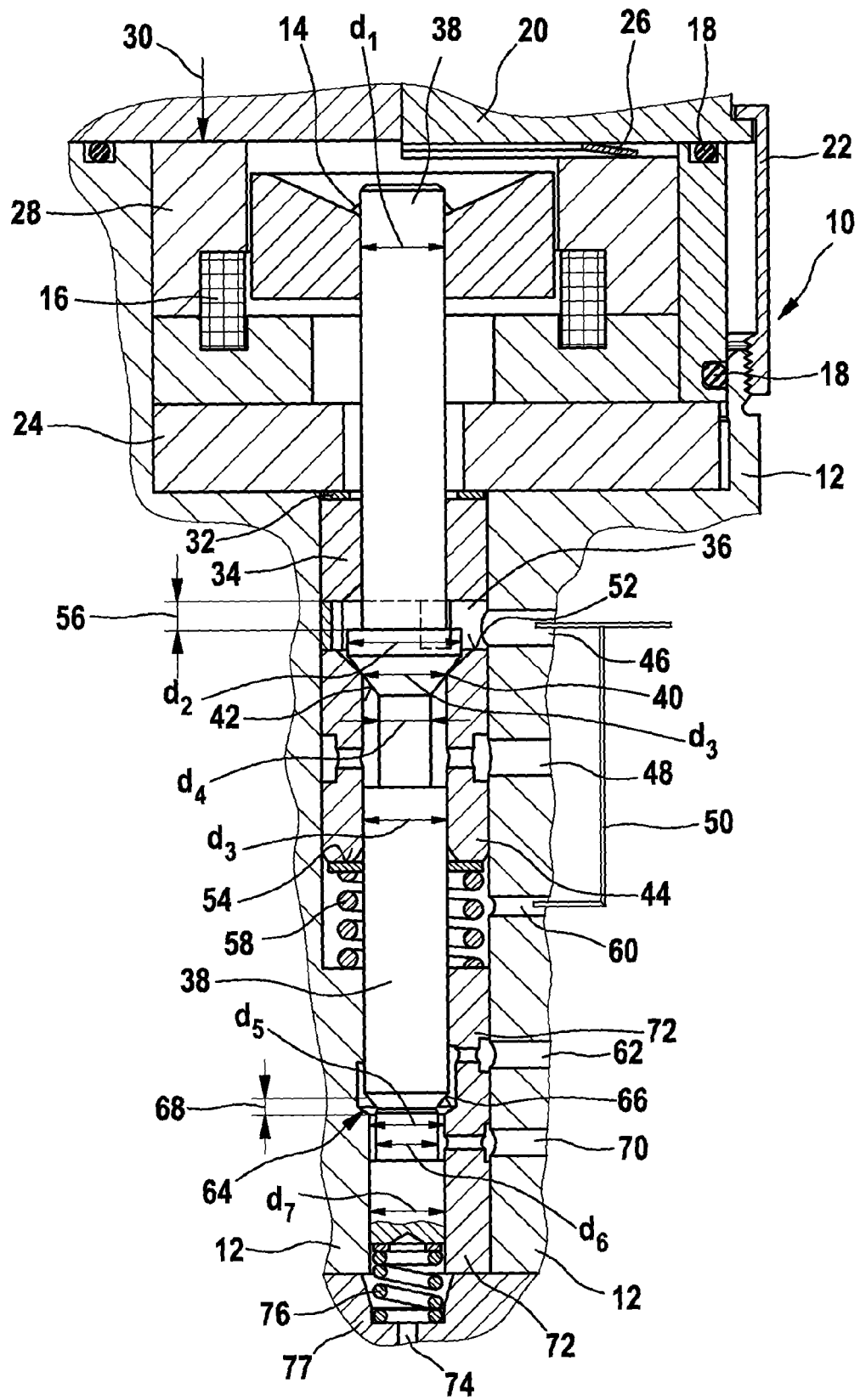
40

45

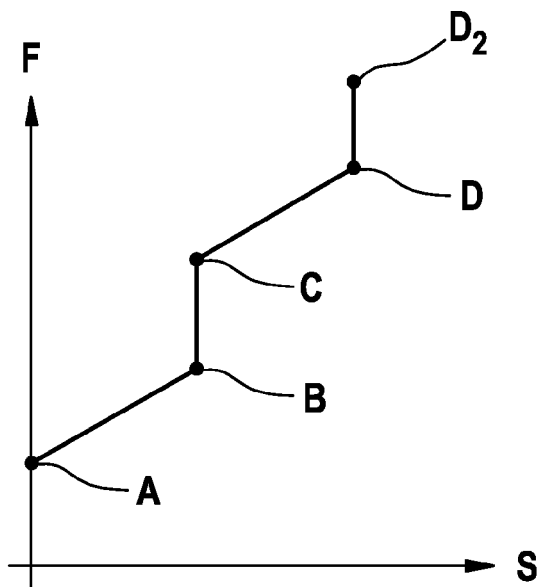
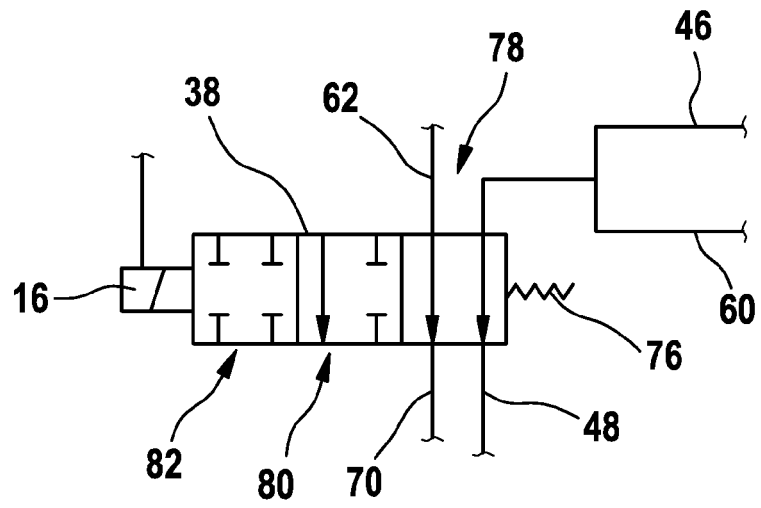
50

55

Fig. 1



**Fig. 1.1**



**Fig. 1.2**

Fig. 2

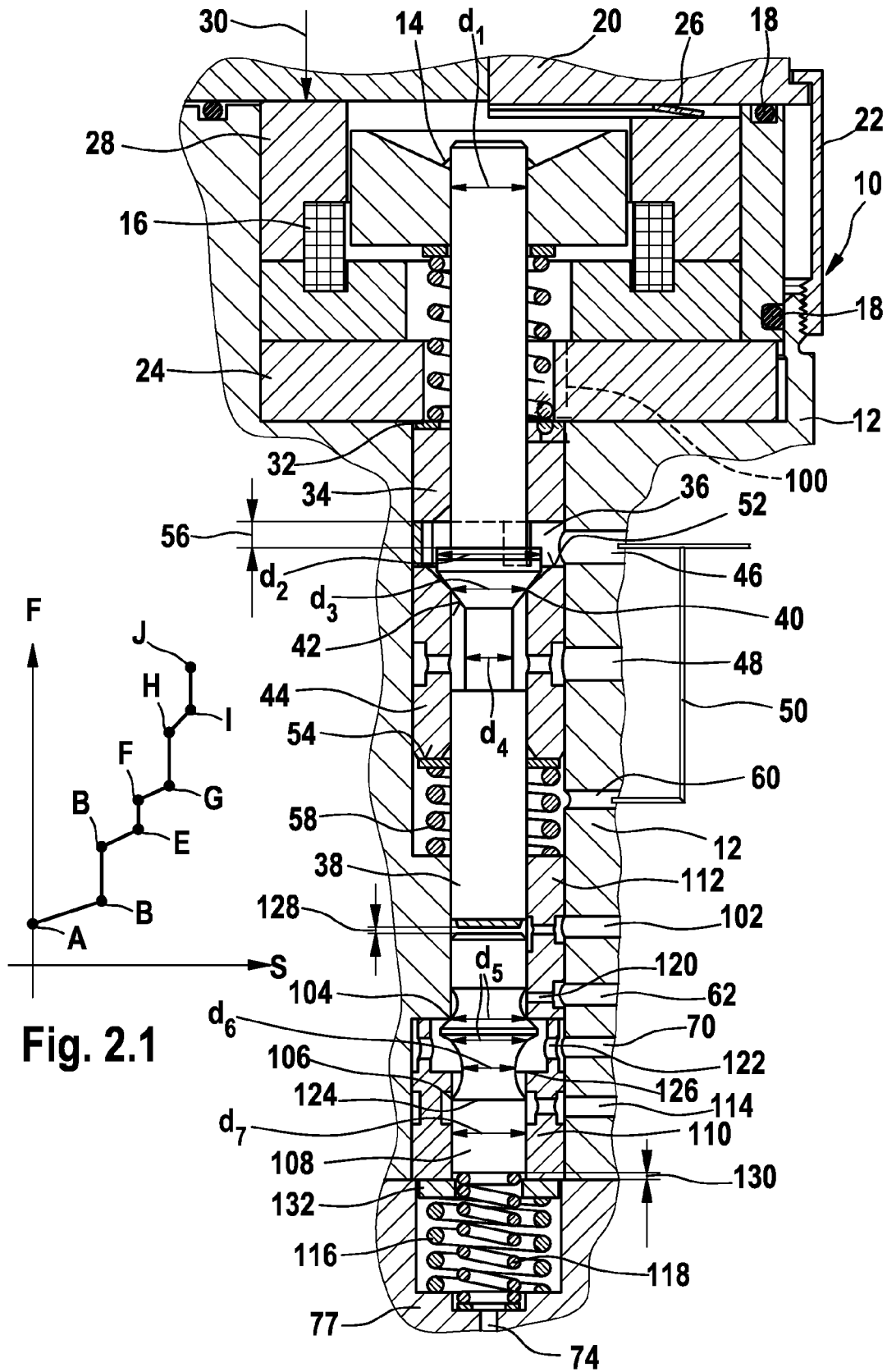


Fig. 3

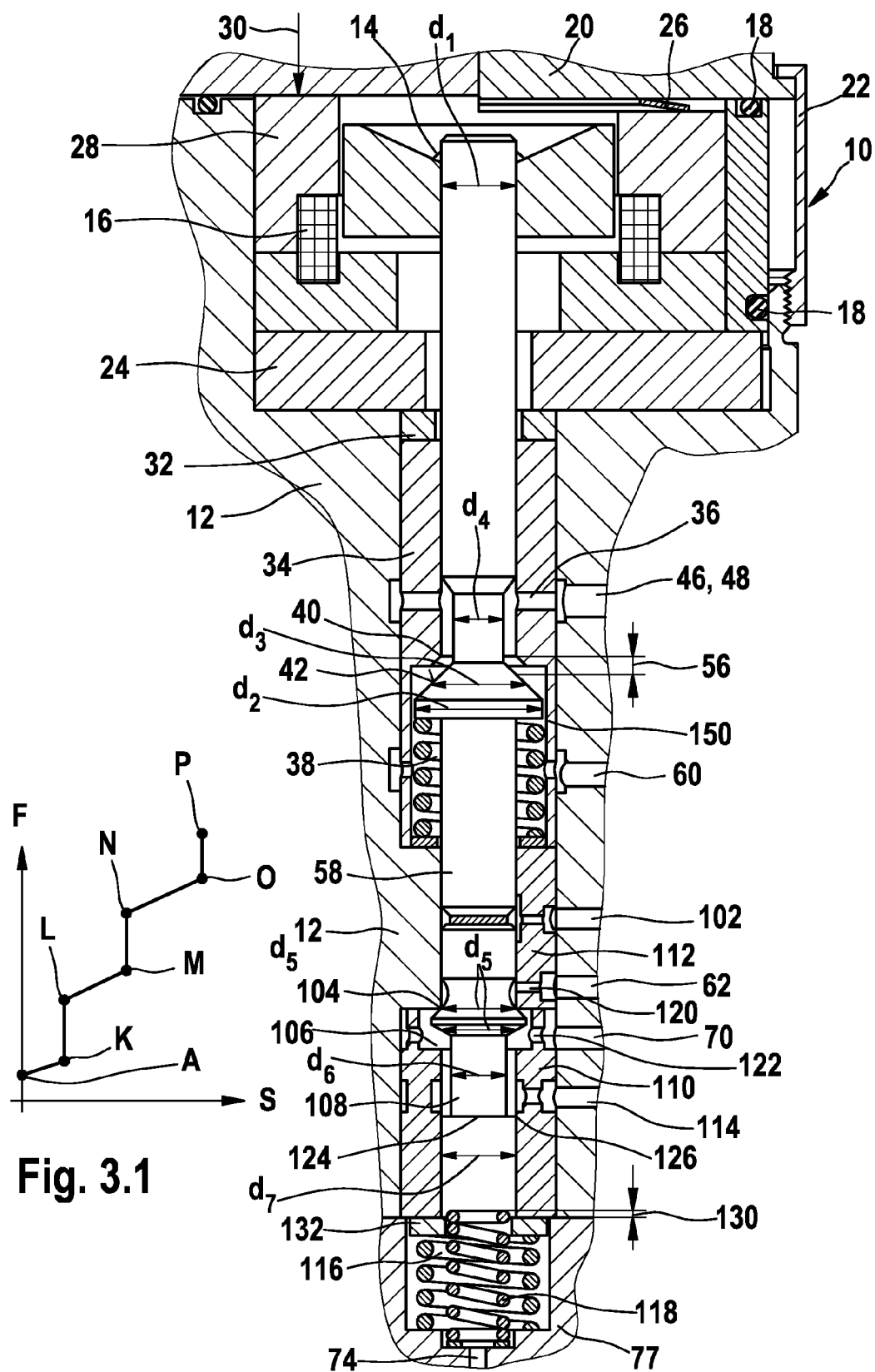
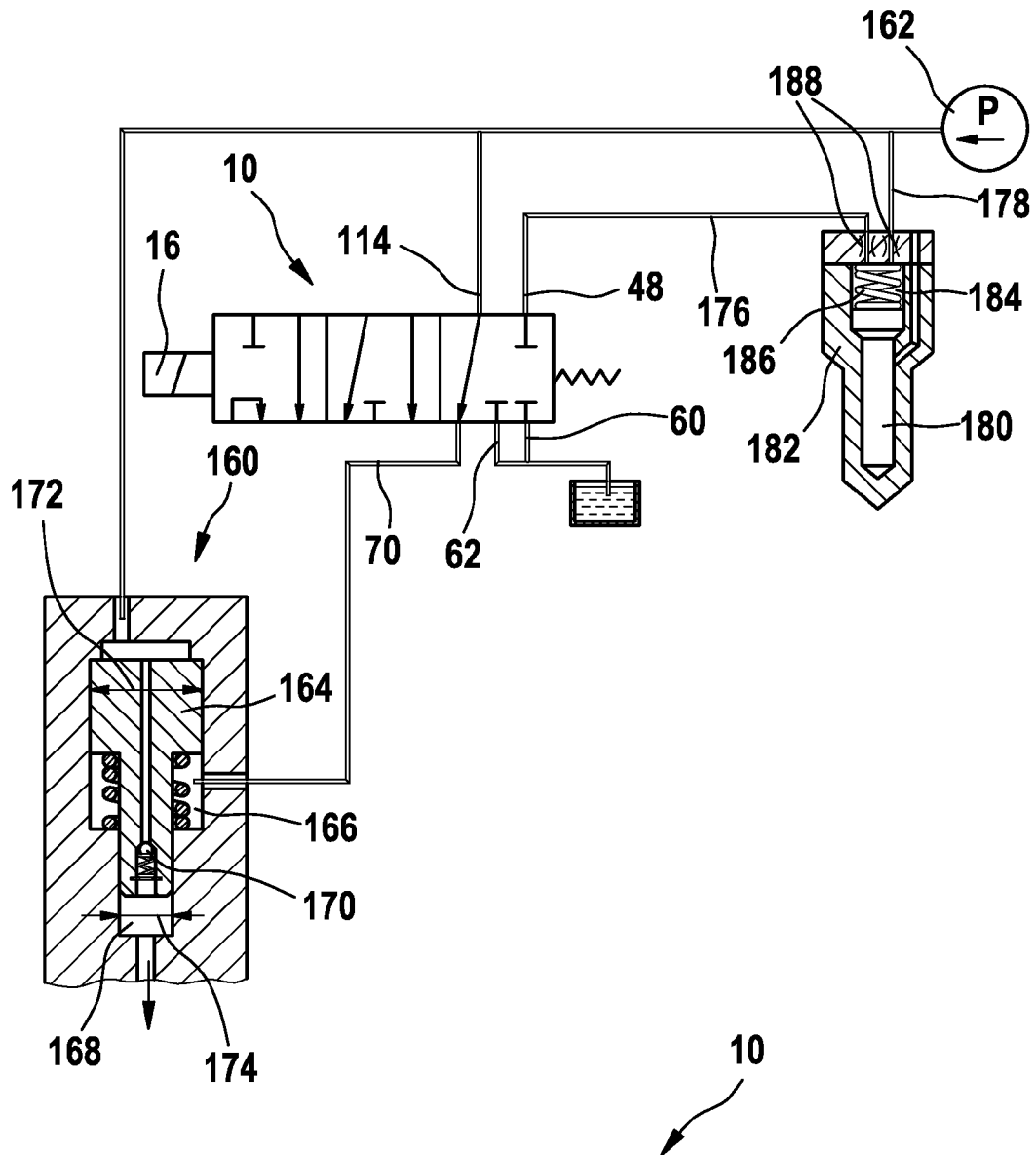


Fig. 3.1

**Fig. 4**



**Fig. 5**

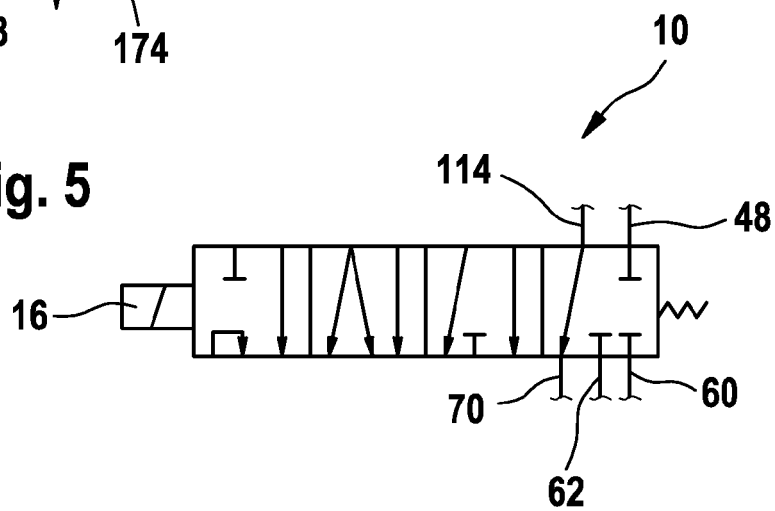
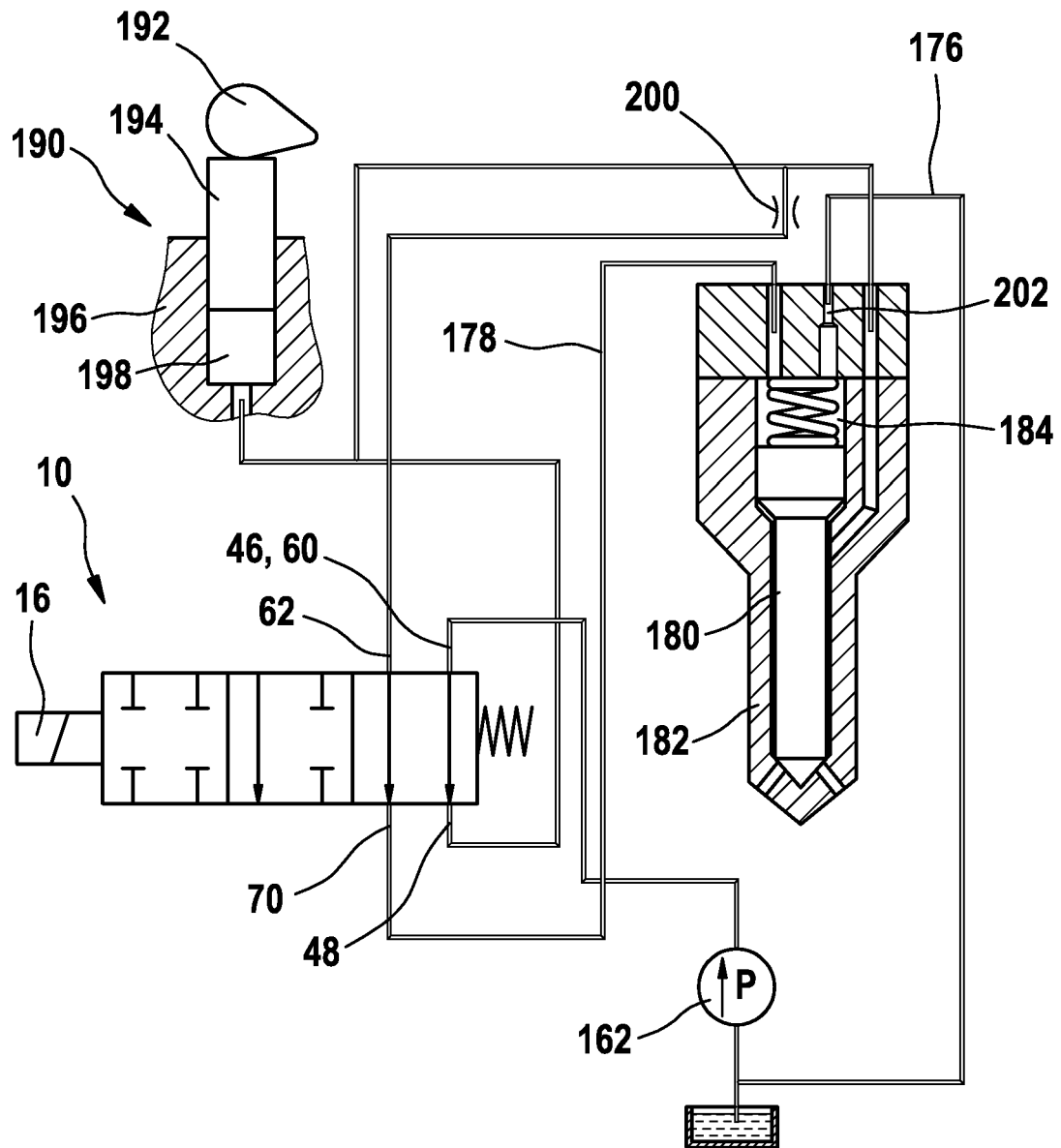




Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 10 0526

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
D,X	EP 1 277 952 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Januar 2003 (2003-01-22) * Absätze [0009] - [0022]; Abbildungen *	1,4,5,7, 8,10	INV. F02M59/36 F02M59/46 F02M63/00
X	US 6 474 304 B1 (LEI NING [US]) 5. November 2002 (2002-11-05) * Spalten 4-6; Abbildungen 3,4,8 *	1,2,5, 10,11	
X	WO 02/01067 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BOECKING FRIEDRICH [DE]) 3. Januar 2002 (2002-01-03) * Seite 7; Abbildung 1 *	1,4,5, 10,11	
X	JP 05 180369 A (SAGINOMIYA SEISAKUSHO INC) 20. Juli 1993 (1993-07-20) * Zusammenfassung *	1,4,5,7	
X	DE 103 34 771 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Februar 2005 (2005-02-24) * Absätze [0034], [0035]; Abbildung 2 *	1,5,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. Juli 2008</b>	Prüfer <b>Blanc, Sébastien</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>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  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

3  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 10 0526

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1277952 A	22-01-2003	DE 10134529 A1	13-02-2003
		US 2003019956 A1	30-01-2003
-----			
US 6474304 B1	05-11-2002	KEINE	
-----			
WO 0201067 A	03-01-2002	DE 10031574 A1	17-01-2002
		EP 1299639 A1	09-04-2003
		JP 2004502076 T	22-01-2004
		US 2003047619 A1	13-03-2003
-----			
JP 5180369 A	20-07-1993	KEINE	
-----			
DE 10334771 A1	24-02-2005	WO 2005015000 A1	17-02-2005
		EP 1651861 A1	03-05-2006
		JP 2006514217 T	27-04-2006
		US 2006202139 A1	14-09-2006
-----			

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1277952 B1 [0001] [0001]