

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

① Anmeldenummer: **88114822.5**

⑤ Int. Cl. 4: **F02M 59/46 , F16K 31/02**

② Anmeldetag: **09.09.88**

③ Priorität: **26.09.87 DE 3732553**

⑦ Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 10 60 50
D-7000 Stuttgart 10(DE)

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.89 Patentblatt 89/14

⑧ Erfinder: **Linder, Ernst, Dipl.-Ing.**
Uhlandstrasse 24
D-7130 Mühlacker(DE)
 Erfinder: **Rembold, Helmut, Dipl.-Ing.**
Öhringer Strasse 27
D-7000 Stuttgart 40(DE)
 Erfinder: **Ruoff, Manfred, Dipl.-Ing.**
Hohenstaufenstrasse 19
D-7141 Möglingen(DE)
 Erfinder: **Schlagmüller, Walter**
Frankenstrasse 39
D-7141 Schwieberdingen(DE)

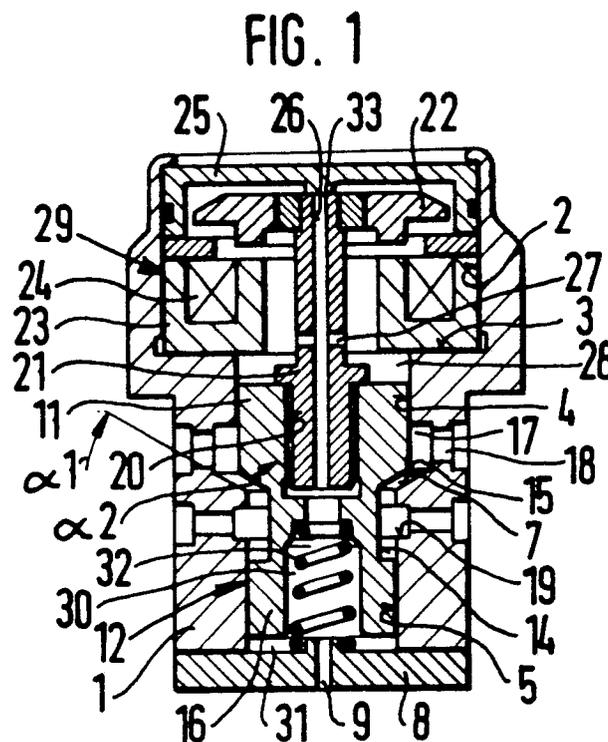
⑥ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

⑤ Magnetventil.

⑦ Zur Steuerung von Hochdruckphasen während des Hubs eines Pumpenkolbens einer Kraftstoffeinspritzpumpe werden auch Magnetventile verwendet, die in Entlastungsleitungen des Pumpenarbeitsraumes solcher Kraftstoffeinspritzpumpen eingebaut sind und mit dem Zeitpunkt des Schließens der Entlastungsleitung den Spritzbeginn und mit dem Zeitpunkt des Wiederöffnens der Entlastungsleitung das Spritzende und damit die Einspritzmenge bestimmen. Solche Ventile müssen in Anbetracht hoher Brennkraftmaschinendrehzahlen schnell schalten können bei möglichst geringer aufzuwendender Baugröße und Energie.

EP 0 309 797 A2

Durch die Verwendung eines Kolbenschiebers (12), der im Schließzustand hochdruckseitig druckausgeglichen ist und durch Entlastung der stirnseitig von dem Kolbenschieber begrenzten Räume (28, 31) erhält man ein schnell schaltendes rückwirkungsfreies Magnetventil, das bei stromlos geschaltetem Elektromagneten durch eine Rückstellfeder (32) geöffnet ist. Dies macht die Anwendung des Magnetventils in Verbindung mit elektrisch gesteuerten Einspritzpumpen besonders vorteilhaft.



Magnetventil

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Magnetventil nach der Gattung des Hauptanspruchs aus. Bei einem solchen bekannten Magnetventil haben die beiden Endseiten des Kolbenschiebers Flächen unterschiedlicher Größe und es schließt jede dieser Stirnseiten einen Druckraum ein. Beide Druckräume sind über eine Axialbohrung im Kolbenschieber miteinander verbunden und sind über je ein drosselndes Spiel der daran angrenzenden Kolbenführung mit der Hochdruckseite und zugleich mit der Entlastungsseite verbunden. Durch die beim Kolbenschieberhub ungleiche Volumenänderung dieser Druckräume kann eine Kolbenschieberbewegung nur dann erfolgen, wenn zugleich Druckmedium über das obengenannte Spiel zufließt bzw. abfließt. In den Stillstandzeiten des Kolbenschiebers, das heißt in seiner Schließstellung füllen sich beide Druckräume auf das Hochdruckniveau auf. Mit dieser Ausgestaltung soll eine gedämpfte Verstellung des Kolbenschiebers gewährleistet werden, um stabile und kontrollierte Bewegungen des Kolbenschiebers zu erzielen und damit ein genaueres Steuerergebnis zu bekommen. Diese Ausgestaltung hat jedoch den Nachteil, daß die Steuerungsgeschwindigkeit des Kolbenschiebers erheblich dann reduziert wird, wenn nicht das Spiel auf der Hochdruck- und auf der Niederdruckseite in der Kolbenführung groß gemacht wird. Die Vergrößerung des Spiels hat naturgemäß eine Undichtigkeit des Ventils zur Folge und damit eine ungenaue Steuerung bzw. Reduzierung des Hochdruckniveaus, das eingehalten werden soll. Im anderen Fall, bei kleinem Spiel muß zum Schalten des Ventils eine erhebliche Energie aufgewendet werden. Dies erfordert wiederum große Stellwerke, die schon vom Platzbedarf her Schwierigkeiten bereiten. Beim Stand der Technik ist zum Schalten des Kolbenschiebers ein sehr groß bauender Doppelmagnet erforderlich.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Magnetventil mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 1 hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß das Schließglied des Magnetventils, der Kolbenschieber, nicht nur im Schließzustand sondern auch in Öffnungsbewegung druckausgeglichen ist. Darüber hinaus werden Druckdifferenzen am Kolbenschieber aufgrund von Laufzeitunterschieden von Druckwellen, die am zu steuernden Fluid beim Öffnungs- und Schließvorgang des Kolbenschie-

bers ausgelöst werden, durch die Entlastung vermieden und an der Drossel dosiert abgebaut.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Lösung gekennzeichnet.

Zeichnung

Fünf Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit koaxialer, entlastenden Drossel in der Wand vom zweiten zylindrischen Teil eingeschlossenen Raum, Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel des Magnetventils mit einem mit einer Längsdurchgangsbohrung versehenen Kolbenschieber, von dessen Durchgangsbohrung radial eine entlastende Drossel zur ringförmigen Ausnehmung führt, Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Magnetventils mit einem Kolbenschieber, dessen zweiter zylindrischer Teil mit der Austrittsbohrung einen Drosselspalt bildet, Figur 4 ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Magnetventils, bei dem nur ein Teil des Führungsteils dem Fluidruck ausgesetzt ist und die restliche Stirnfläche über eine Drossel mit der Umgebungsluft in Verbindung steht und Figur 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel, bei dem der Kolbenschieber durch Dichtringe abgedichtet ist und die beiden stirnseitigen Räume am Kolbenschieber über eine Drossel mit der Umgebungsluft verbunden sind.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt das erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Magnetventils. Dieses weist ein Ventilgehäuse 1 auf, das eine zweistufige axiale Stufenbohrung enthält mit einem ersten Stufenbohrungsteil 2, der mit einer in einer Radialebene liegenden Schulter 3 in den zweiten, mittleren Stufenbohrungsteil 4 übergeht, welcher wiederum in den dritten Stufenbohrungsteil 5 übergeht. Der Übergang weist dabei eine mit einem ersten Spitzenkegelwinkel 1 sich zum dritten Stufenbohrungsteil verjüngende Schulter auf, die als Ventilsitz 7 dient. Der dritte Stufenbohrungsteil ist stirnseitig durch eine Platte 8 verschlossen und weist koaxial einen als Drossel 9 ausgebildeten Durchgang auf.

Der zweite Stufenbohrungsteil 4 dient als Führungsbohrung eines Führungsteils 11 eines Kolben-

schiebers 12, der an das Führungsteil angrenzend ein Übergangsteil in Form einer ringförmigen Ausnehmung 14 aufweist, die mit dem Führungsteil eine scharfe Dichtkante 15 mit einem Durchmesser entsprechend dem Führungsteildurchmesser bildet, mit der der Kolbenschieber in Schließstellung am Ventil Sitz 7 zur Anlage kommt. Die ringförmige Ausnehmung 14 reicht in den einen Austrittsbohrung bildenden dritten Stufenbohrungsteil 5 ein und geht dort über in einen zweiten, in der Austrittsbohrung gleitenden zylindrischen Teil 16 des Kolbenschiebers. Zur Bildung der Dichtkante 15 weist der Kolbenschieber eine kegelförmige axiale Begrenzung der Ausnehmung 14 auf mit einem zweiten Spitzenkegelwinkel α_2 , der größer ist als der erste Spitzenkegelwinkel α_1 . Damit bestimmt die Dichtlinie 15 jeweils immer den engsten Öffnungsquerschnitt des Magnetventils. Unmittelbar an den Ventil Sitz 7 führungsbohrungsseitig angrenzend ist ein Ringraum 17 gebildet, in dem sich die den Ventil Sitz 7 bildende Schulter fortsetzt und in den die Führungsbohrung 4 einmündet. In den Ringraum 17 radial mündet eine Verbindungsleitung 18, die von einem hier nicht weiter dargestellten Hochdruckraum herführt, der zumindestens zeitweise auf einen hohen Fluiddruck gebracht wird. Ein solcher Hochdruckraum ist insbesondere ein Pumpenarbeitsraum einer Kraftstoffeinspritzpumpe, bei der durch Nichtentlasten des Pumpenarbeitsraums während des Förderhubes des Pumpenkolbens der Kraftstoffeinspritzpumpe die Hochdruckförderphase zu Einspritzventilen gesteuert wird. Dies kann mit dem erfindungsgemäßen Magnetventil geschehen. In der Wand der Austrittsbohrung 5 ist ferner eine Ringnut 19 vorgesehen, die ständig in Verbindung mit der ringförmigen Ausnehmung 14 ist und von der die Verbindungsleitung 18 weiterführt zu einem Entlastungsraum, der zum Beispiel der in einer Einspritzpumpe häufig vorgesehene, auf niedrigem Druckniveau befindliche Pumpensaugraum sein kann. Die Verbindungsleitung kann zur Entlastung jedoch auch zu einem Fluidvorratsbehälter, im obenerwähnten Ausführungsbeispiel zu einem Kraftstoffvorratsbehälter, führen oder zur Saugseite einer bei solchen Kraftstoffeinspritzpumpen vorgesehenen Vorförderpumpe.

Der Kolbenschieber 12 weist ferner an seinem Führungsteil 11 eine axiale Gewindebohrung 20 auf, in die eine Betätigungsstange 21 eingeschraubt ist, an deren Ende ein Flachanker 22 befestigt ist. In den ersten Stufenbohrungsteil ist dabei angrenzend an die Schulter 3 der Magnetkern 23 mit Wicklung 24 des Elektromagneten 29 eingesetzt, der auf den Anker 22 wirkt. Der erste Stufenbohrungsteil ist schließlich dicht durch einen Deckel 25 verschlossen.

Die Betätigungsstange ist mit einer Axialbohrung 26 versehen, durch die eine Querbohrung 27

führt, die im Bereich des Magnetkerns mündet und den ersten Stufenbohrungsteil 2 und den stirnseitig vom daran angrenzenden Kolbenschieber 12 begrenzenden Raum 28 mit einem Durchgangskanal 30 im Kolbenschieber 12 verbindet. Der Durchgangskanal mündet in den stirnseitig von dem zweiten zylindrischen Teil 16 in der Austrittsbohrung 5 eingeschlossenen Raum 31 und stellt zusammen mit der axialen Bohrung 16 bzw. der Querbohrung 27 einen Verbindungskanal zwischen den Räumen 31 und 28 dar. Zwischen der Platte 8 und einem sich verengenden Teil des Durchgangskanals 30 ist schließlich eine Rückstellfeder 32, als Druckfeder ausgeführt, eingespannt, die bei nicht erregtem Elektromagneten den Kolbenschieber in Öffnungsstellung des Magnetventils bewegt. Die Öffnungsstellung des Kolbenschiebers wird begrenzt durch einen am Deckel 25 ausgebildeten Anschlag 33, an dem die Betätigungsstange 21 bzw. der Anker zur Anlage kommt.

Bei dem solchermaßen ausgestalteten Magnetventil ist der Kolbenschieber in seiner Schließstellung druckausgeglichen, da der von der Verbindungsleitung 18 zugeführte Hochdruck im Ringraum 17 keine axiale Angriffsfläche findet. Da die beiden Stirnseiten des Kolbenschiebers miteinander durch den Verbindungskanal 26, 27, 30 verbunden sind, herrscht auch hier Druckausgleich. Der erregte Elektromagnet 29 braucht deshalb lediglich die Kraft der Rückstellfeder 32 zu überwinden. Bewegt die Rückstellfeder 32 den Kolbenschieber in Öffnungsrichtung, so werden von dem Kolbenschieber Kraftstoffmengen verdrängt, die über den Verbindungskanal 26, 30 überströmen können. Da die Räume 31 und 28 druckentlastet sind, werden hier keinen behindernden Drücke aufgebaut, Druckwellen werden jedoch an der vorgesehenen Drossel 9 ausgeglichen, so daß der Kolbenschieber sich kontinuierlich in Öffnungsstellung bewegen kann, ohne daß unkontrollierte Stellbewegungen erfolgen. Durch die Druckentlastung der Stirnseiten erfolgt die Bewegung auch sehr schnell, so daß exakte Entlastungszeitpunkte des angeschlossenen Hochdruckraums erzielt werden. Durch die Druckentlastung werden am Kolbenschieber auch nur geringe Stellkräfte benötigt, um ihn in Schließstellung zu bringen. Weiterhin ist von Vorteil, daß mit Hilfe des Durchgangskanals 30 der Axialbohrung 26 bewegte Masse des Magnetventils kleingehalten werden kann. Durch die Verwendung der Betätigungsstange wird weiterhin die Masse reduziert und es kann der Magnetkern wesentlich nach radial innen, den Kolbenschieber 12 überlappen, was insgesamt zu einer gestreckten, kompakten Form des Magnetventils führt.

Figur 2 zeigt ein abgewandeltes Magnetventil mit im wesentlichen gleichen Teilen. Für den Hauptteil der Beschreibung wird demzufolge auf

die Ausführung nach Figur 1 verwiesen. Abweichend hiervon ist jedoch, daß der Raum 31 nicht mehr über die koaxial zur Achse des Kolbenschiebers liegenden Drossel entlastet wird sondern über eine Drossel 9, die sich in der Wand des Kolbenschiebers 12 befindet und den Durchgangskanal 30 mit der ringförmigen Ausnehmung 14 verbindet. Abweichend vom Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist ferner die Betätigungsstange 21 als Rohr mit nur geringfügig geringerem Durchmesser als der Durchmesser des Führungsteils 11 ausgebildet. Diese Betätigungsstange ist wie auch die von Figur 1 aus nicht magnetischen Werkstoff gefertigt, um ein Klebenbleiben am Anschlag 33 zu verhindern. Auch hier weist die Betätigungsstange 21 eine Querbohrung 27 auf, die den Raum 28 mit dem Durchgangskanal 30 bzw. der weiten Axialbohrung 26 verbindet. Die Arbeitsweise dieses Ventils ist im übrigen gleich wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1.

Eine stärker abgewandelte Form des Magnetventils zeigt Figur 3. Dort ist in einem Ventilgehäuse 51 ebenfalls eine zweistufige Stufenbohrung vorgesehen, wobei der mittlere oder zweite Stufenbohrungsteil 54 analog zum zweiten Stufenbohrungsteil 4 von Figur 1 ausgebildet ist. Nur ist hier dieser zweite Stufenbohrungsteil nicht zugleich Führungsteil des Kolbenschiebers. Der zweite Stufenbohrungsteil 54 geht wiederum mittels einer kegelmantelförmigen Schulter, die als Ventilsitz 57 ausgebildet ist, in einen dritten Stufenbohrungsteil über, der analog zu Figur 1 die Austrittsbohrung 55 bildet. Diese mündet schließlich ebenfalls in einen anschließenden, stirnseitigen Raum 61, der nun jedoch abweichend vom Ausführungsbeispiel nach Figur 1 durch das Gehäuse eines Elektromagneten 62 mit Magnetkern 63 und Wicklung 64 verschlossen wird.

Der Kolbenschieber 65 bei diesem Ausführungsbeispiel hat einen durchgehend gleichen Durchmesser, der durch eine ringförmige Ausnehmung 66 unterbrochen ist und dabei den Kolbenschieber in einen oberen Führungsteil 67 und einen unteren zweiten zylindrischen Teil 68 trennt. Der Führungsteil 67 ist in einer Buchse 69 gelagert, die in den ersten Stufenbohrungsteil 52 eingesetzt ist und weit mit reduziertem Durchmesser in den zweiten Stufenbohrungsteil 54 hineinragt. Mit dem Ventilsitz arbeitet auch hier die Kante zwischen Führungsteil 67 und einer kegelförmig verlaufenden axialen Begrenzung der Ausnehmung 66 als Dichtkante 70 zusammen. Der Kolbenschieber weist einen Teil 71 mit reduziertem Durchmesser auf, der aus der mit der Innenbohrung der Buchse 69 zur Verfügung gestellten Führungsbohrung 73 herausragt und trägt an seinem Ende einen Federteller 74. An diesem stützt sich eine Rückstellfeder 75 ab, die sich andererseits am Ventilgehäuse, insbe-

sondere einer über die Buchse 69 gelegten Anschlagplatte 76 abstützt, die ihrerseits durch eine das Ventilgehäuse abschließenden und eine dem Raum 28 von Figur 1 analogen Raum 72 einschließenden Abdeckkappe 60 gehalten wird.

Am anderen Ende des Kolbenschiebers 67 ragt dieser in den Raum 61 und ist dort mit einem Anker 77 verbunden, der bei Erregung der Wicklung 64 den Kolbenschieber entgegen der Kraft der Rückstellfeder 75 mit der Dichtkante 70 auf den Ventilsitz 57 bewegt. Schließlich ist der Raum 61 über eine leichte Durchmesserreduzierung des Kolbenschiebers unter Bildung eines Ringspalts 78 mit der auch hier wieder in der Austrittsbohrung 55 vorgesehen radialen Ausnehmung 79 in Verbindung steht. Von dieser geht eine Austrittsöffnung 80 der Verbindungsleitung 18 zum Entlastungsraum ab. Diese Verbindungsleitung mündet andererseits herkommend vom Hochdruckraum in den zweiten Stufenbohrungsteil 54, der zusammen mit der Buchse 69 den Ringraum 17 gemäß Ausführungsbeispiel nach Figur 1 bildet. Schließlich sind die Räume 61 und 72 noch durch einen Verbindungskanal 82 miteinander verbunden, wie auch schließlich der Kolbenschieber einen Durchgangskanal 83 aufweist, der hier mehr der Reduzierung der bewegten Masse als der Kraftstoffführung dient und der zum Beispiel einseitig verschlossen sein kann.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß der Kolbenschieber sehr schlank ausgebildet ist und daß der Kolbenschieber aus Stangenmaterial mit wenigen Bearbeitungsgängen hergestellt werden kann.

Während bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen die sich stirnseitig an den Kolbenschieber anschließenden Räume 31, 28 bzw. 61, 72 mit Kraftstoff gefüllt waren, insbesondere auch jener Raum, in dem sich der Anker 22 des Elektromagneten 29 bewegte, ist nun abweichend nach Figur 4, die im Weiterbildung von Figur 2 ist, nur noch einer der Räume mit Kraftstoff beaufschlagt. Zu diesem Zweck ist im Endstück der Führungsbohrung 4 eine flache Ausnehmung 86 vorgesehen, in der ein Rundschnurring 87 gelagert ist, der mit seiner Innenkontur an der Betätigungsstange 21 zur Anlage kommt, die analog der nach Figur 2 ausgeführt ist. Der zwischen dem Rundschnurring 87 und der verbleibenden, ringförmigen Stirnseite 88 zwischen Betätigungsstange 21 und Außenumfang des Führungsteils 11 eingeschlossene Raum 89 wird über die hier abzweigende Querbohrung 27 zur Axialbohrung 26, die in den Durchgangskanal 30 des Kolbenschiebers 12 übergeht, entlastet. Der vom zweiten zylindrischen Teil 16 eingeschlossene Raum 31, in den die Durchgangssbohrung 30 mündet, ist über Öffnung 90 entlastet.

Das ankerseitige Ende der Betätigungsstange

21" ist durch eine ebenfalls antimagnetische Scheibe 92 dicht verschlossen. Der sich an den Rundschnurring 87 ankerseitig anschließende Raum 28" ist über eine Drossel 93 im Deckel 33' zur Umgebungsluft entlastet. Gegebenenfalls kann ein Filter 94 vorgeschaltet werden.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß der großflächige Anker 22 nicht mehr hydraulisch gedämpft in Fluidikumittel bewegt wird sondern in Luft, so daß hier wesentlich geringere Rückstellmomente auf den Kolbenschieber wirken und dessen Stellgeschwindigkeit erhöht werden kann. Der zur Abdichtung vorgesehene Rundschnurring 87 ist leicht in der flachen Ausnehmung 86 beweglich. Aufgrund seiner freien Lagerung kann er beim Axialhub des Kolbenschiebers eine Walkbewegung ausführen, aus der nur geringe Gegenkräfte resultieren, die also die Bewegung des Kolbenschiebers nicht beeinträchtigen. Diese Einbauart ist deshalb möglich, weil am Einbauort praktisch keine hohen Drücke entstehen.

In einem fünften Ausführungsbeispiel wird eine Weiterbildung der Ausbildung nach Figur 4 dargestellt. Dabei ist auch hier der Rundschnurring 87 an der Führungsbohrung 4' vorgesehen und der ankerseitige Raum davon über die Drossel 93 entlastet. Diese Maßnahme, den einen stirnseitigen Raum 28" luftgefüllt zu machen und zur Atmosphäre zu entlasten, wird beim Ausführungsbeispiel nach Figur 5 am anderen Ende des Kolbenschiebers 12" weitergeführt. Hier ist am Ende der Austrittsbohrung 5" ebenfalls eine ringförmige flache Ausnehmung 96 vorgesehen, in die ein zweiter Rundschnurring 97 eingepaßt ist, der hier mit seiner Innenseite am Ende des zweiten zylindrischen Teils 16 dichtend anliegt. Die beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 noch vorgesehene, die Axialbohrung 26" verschließende Scheibe 92 ist hier weggelassen, so daß eine freie Verbindung zwischen dem Raum 28" und dem vom zweiten zylindrischen Teil 16 begrenzten Raum 31 besteht, die beide vermittels dem Durchgangskanal 30 im Kolbenschieber bzw. der Axialbohrung 26" in der Betätigungsstange 21" über die Drossel 93 belüftet sind. Die druckseitig von den Rundschnurringen eingeschlossenen Räume 89 werden auch hier entlastet. Auch der zweite Rundschnurring 97 kann ohne großen Widerstand die Bewegung des Kolbenschiebers bei dessen relativ geringem Hub durch Walkarbeit ausgleichen. Denkbar ist auch, die Rundschnurringe durch Membranen zu ersetzen, was zu einer weiteren Reduzierung der Auslenkkräfte führt. Dieses Ausführungsbeispiel weist wie jene von Figuren 2 und 4 einen Kolbenschieber mit geringer Masse auf und es hat zusätzlich den Vorteil, daß Fluidverdrängung durch die Stirnseiten sich praktisch nicht auf den Öffnungsvorgang und den Schließvorgang des Magnetventils auswirkt.

Der Kolbenschieber hat eine sehr geringe bewegte Masse und kann in Verbindung mit den geringen Verdrängungskräften sehr schnell in seine Endstellungen gebracht werden.

In einer Weiterbildung zu Figur 3 weist der Teil 71 des Kolbenschiebers einen tellerförmigen Anschlag 104 auf, der wie der Federteller 74 auf das Teil 71 aufschraubbar ist und dort einstellbar fixiert ist. Der Anschlag 104 ist dabei zwischen dem Federteller und dem Ende des Teils 71 angeordnet und überragt den Federteller 74 radial. Weiterhin weist die Abdeckkappe 60 eine zylindrische innere Umfangswand 105 auf, die mit einem Gewinde 106 versehen ist, in das ein verstellbarer ringförmiger Anschlag 103 eingeschraubt ist. An diesem Anschlag kommt führungsbohrungsseitig ein zweiter Federteller 101 zur Anlage, zwischen dem und der Anschlagplatte 76 eine zweite Druckfeder 100 eingespannt ist.

In der gezeigten Darstellung in Figur 3 befindet sich der Kolbenschieber bei nicht erregtem Magnet in Offenstellung. In dieser wird er durch die Rückstellfeder 75 gehalten, wobei eine Schulter 108 zwischen Führungsteil 67 und Teil 71 zur Anlage an der Anschlagplatte 76 kommt. Bei einer Teilerregung des Elektromagneten wird der Kolbenschieber entgegen der Kraft der Rückstellfeder 75 so weit axial in Schließrichtung verschoben, bis er mit dem einstellbaren Anschlag 104 zur Anlage an dem Federteller 101 gelangt. Diese Position bewirkt eine Teilschließstellung des Magnetventils, bei der gedrosselt über die Verbindungsleitung 18 Fluid zur Teilentlastung abfließen kann. Ab einer zweiten Erregungsstufe des Magneten wird dann die Vorspannkraft der zweiten Feder 100 überwunden und der Kolbenschieber in Schließstellung gebracht.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß ein großer Entlastungsquerschnitt der Verbindungsleitung 18 während der Saug- und Absteuerphase z. B. eines Pumpenarbeitsraumes zur Verfügung steht. Damit werden schnelle Entlastungen erzielt und bei der Verwendung bei Kraftstoffeinspritzpumpen durch schnelles Entlasten des Pumpenarbeitsraumes auch ein exaktes Ende der Hochdruckförderphase. Wenn die Verbindungsleitung zusätzlich als Fülleitung für den Pumpenarbeitsraum dient, so steht mit dem großen Verbindungsquerschnitt bei ganz geöffnetem Magnetventil ein großer Überströmquerschnitt zur Verfügung, der eine gute Füllung des Pumpenarbeitsraumes gewährleistet. Bei Beginn des Förderhubs des Pumpenkolbens einer zugeordneten Kraftstoffeinspritzpumpe kann für den Spritzbeginn zunächst die Verbindungsleitung zum Teil geschlossen werden um dann, zur Bestimmung des eigentlichen Beginns der Hochdruckförderphase des Pumpenkolbens ganz geschlossen zu werden. Für diesen letzten Schließ-

vorgang muß nur noch ein kleiner Kolbenschieberhub zurückgelegt werden. Entsprechend klein ist auch der Luftspalt zwischen Anker und Kern des Elektromagneten, so daß kurze Schaltzeiten bei nur geringem Strombedarf des Elektromagneten gewährleistet sind. Mit einem solchermaßen ausgestatteten Magnetventil kann der Gesamtöffnungsquerschnitt in der Verbindungsleitung 18 sehr groß geschaltet werden, da zur Bestimmung des Beginns der Hochdruckförderphase nicht der Gesamthub des Kolbenschiebers zum Ansatz kommt. Aufgrund der großen Überströmquerschnitte kann die Verbindungsleitung vorteilhafterweise grundsätzlich auch als Fülleitung verwendet werden. Diese hat den Vorteil, daß bei einem Versagen, das vor allen Dingen als Klemmen des Kolbenschiebers auftreten kann und entweder der Pumpenarbeitsraum gar nicht mit Kraftstoff versorgt wird oder sich im Pumpenarbeitsraum nicht der erforderliche Hochdruck für einen Einspritzvorgang einstellen kann. Ein Einsatz eines solchen Magnetventils verbessert somit die Sicherheit insbesondere gegen Durchgehen oder Beschädigung beim Betrieb einer Brennkraftmaschine.

Ansprüche

1. Magnetventil zur Steuerung des Durchgangs einer Verbindungsleitung (18) zwischen einem zumindest zweifachweise auf Fluidhochdruck gebrachten Hochdruckraum, insbesondere einem Pumpenarbeitsraum einer Kraftstoffeinspritzpumpe und einem Niederdruckraum, mit einem Ventilgehäuse (1) und einer darin angeordneten Führungsbohrung (4, 73), in der als Ventilschließglied ein Kolbenschieber (12, 67) von einem Elektromagneten (29) entgegen der Kraft einer Rückstellfeder (32) verschiebbar ist und die in einen Ringraum (17) mündet, der am axial gegenüberliegenden Ende sich kegelförmig mit einem ersten Spitzenkegelwinkel ($\alpha 1$) verjüngend in eine zur Führungsbohrung koaxiale Austrittsbohrung (5) übergeht, durch die ein durch eine ringförmige Ausnehmung (14) gebildeter Übergangsteil des bis dahin als Führungsteil (11) mit durchgehend gleichem Durchmesser versehenen zylindrischen Kolbenschiebers mit radialem Abstand geführt ist, wobei der Übergang zwischen dem zylindrischen Führungsteil (11) und dem Übergangsteil sich kegelförmig zum Übergangsteil hin verjüngend ausgebildet ist mit einem zweiten Spitzenkegelwinkel ($\alpha 2$), der größer als der erste Spitzenkegelwinkel ($\alpha 1$) ist und die Grenzlinie zwischen Führungsteil (11) und Übergangsteil (14) als Dichtkante (15) dient, mit der der Kolbenschieber in seiner Schließstellung zur Anlage an einen durch den sich kegelförmig zur Austrittsbohrung (5) verjüngenden Teil des Ringraumes (17) gebildeten Ventilsitz (7)

kommt und mit einem zweiten, in der Austrittsbohrung (5) gleitender zylindrischer Teil (16) des Kolbenschiebers, der sich an die ringförmige Ausnehmung (14) anschließt, dessen Stirnseite einen Raum (31) im Ventilgehäuse (1) begrenzt, der über einen Verbindungskanal (30, 26) mit einem von Führungsteil (11) stirnseitig begrenzten Raum (28, 72) verbunden ist und der über eine Drossel (9, 9', 78, 93) mit einem Entlastungsraum verbunden ist, ferner mit einer Eintrittsöffnung der vom Hochdruckraum kommenden Verbindungsleitung (18) in der Wand des Ringraumes (17) und einer Austrittsöffnung in der Wand der Austrittsbohrung (5, 55) innerhalb des Überdeckungsbereichs mit der ringförmigen Ausnehmung (14, 66) und mit einem axialen Anschlag (33), an dem der Kolbenschieber bei vom Ventilsitz (7, 57) abgehobener Dichtkante (15) in Offenstellung bringbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die von Stirnseiten des Kolbenschiebers begrenzten Räume (31, 28; 61, 72; 31, 28') im Ventilgehäuse (1) druckentlastet sind und der Kolbenschieber durch die Rückstellfeder (32) zur Offenstellung hin beaufschlagt ist.

2. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenschieber einen Durchgangskanal (30, 26) aufweist, der die Stirnseiten des Kolbenschiebers miteinander verbindet und die Drossel (9) als Drosselbohrung im stirnseitigen Abschluß der Austrittsbohrung (5) angeordnet ist (Figur 1).

3. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Räume (61, 79) über einen die Drossel bildenden Ringspalt (78) zwischen zweitem zylindrischen Teil (68) und Austrittsbohrung (55) mit der ringförmigen Ausnehmung (66) verbunden sind (Figur 3).

4. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenschieber einen Durchgangskanal (30, 26) aufweist, der die Stirnseiten des Kolbenschiebers miteinander verbindet und die Drossel (9) in einer Verbindungsbohrung zwischen Durchgangskanal (30) und ringförmiger Ausnehmung (14) angeordnet ist (Figur 2).

5. Magnetventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellfeder (32) innerhalb einer axialen Ausnehmung (30) des zweiten zylindrischen Teils (16) zwischen diesem und einem stirnseitigen Abschluß (8) der Austrittsbohrung (5) eingespannt ist (Fig. 1, 2, 4, 5).

6. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellfeder (75) sich an einem Federteller (74), der sich am Ende eines aus der Führungsbohrung (73) herausragenden Teils (71) des Führungsbohrungsteils (67) des Kolbenschiebers abstützt und daß am gegenüberliegenden Teil des Kolbenschiebers der Anker (77) des Elektromagneten angreift (Figur 3).

7. Magnetventil nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Ringraum (17) abgewandte Ende der Führungsbohrung (4') eine ringförmige, flache Ausnehmung (86) aufweist, in der ein Rundschnurring (87) unter leichter Verformung axial hin- und herbewegbar ist, der andererseits mit seinem Innendurchmesser an einem aus der Führungsbohrung herausragenden, zylindrischen Teil (21'') des Kolbenschiebers anliegt, welcher Teil gegenüber dem Führungsteil (11) des Kolbenschiebers im Durchmesser reduziert ist und der zwischen Anlage des Rundschnurrings (87) und Führungsteil (11) einen Verbindungskanal (27) aufweist, der zu dem von der austrittsbohrungsseitigen Stirnseite des Kolbenschiebers begrenzten Raum (31) abführt (Fig. 4 + 5).

8. Magnetventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenschieber eine axial durchgehende Ausnehmung (30, 26'') aufweist, wobei das herausragende zylindrische Teil (21'') mit dem Anker (22) des Elektromagneten (13) verbunden ist und stirnseitig verschlossen ist und der den Anker (22) und Elektromagneten aufnehmende Raum (28'') über eine Drossel (93) zur Umgebungsluft hin entlastet ist (Fig. 4).

9. Magnetventil nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Ringraum (17) abgewandte Ende der Führungsbohrung (4') eine ringförmige, flache Ausnehmung (6) aufweist, in der ein Rundschnurring (87) unter leichter Verformung axial hin- und herbewegbar ist, der andererseits mit seinem Innendurchmesser an einem aus der Führungsbohrung herausragenden, zylindrischen Teil (21'') des Kolbenschiebers anliegt, welcher Teil gegenüber dem Führungsteil (11) des Kolbenschiebers im Durchmesser reduziert ist und der zwischen Anlage des Rundschnurrings (87) und Führungsteil (11) einen Verbindungskanal aufweist, der zu einem Entlastungsraum abführt und daß das dem Ringraum (17) abgewandte Ende der Austrittsbohrung (5'') eine ringförmige, flache Ausnehmung (96) aufweist, in der ein zweiter Rundschnurring (97) unter leichter Verformung axial hin- und herbewegbar ist, der andererseits mit seinem Innendurchmesser am Ende des in der Austrittsbohrung (5'') verschiebbaren zweiten zylindrischen Teils (16) anliegt und der ringraumseitige vom Rundschnurring eingeschlossene Raum (98) über einen Verbindungskanal zum Entlastungsraum abführt (Fig. 5).

10. Magnetventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenschieber eine axial durchgehende Ausnehmung (30, 26'') aufweist, wobei an dem zylindrischen Teil (21'') der Anker (22) des Elektromagneten befestigt ist und der den Anker und den Elektromagneten aufnehmende Raum (28'') über eine Drossel (93) zur Umgebungsluft hin entlastet ist (Fig. 5).

11. Magnetventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Rückstellfeder (32) eine zweite Feder (100) vorgesehen ist, die zwischen einem ortsfesten Teil (76) des Magnetventilgehäuses und einem sich an einem einstellbaren Anschlag (103) am Magnetventilgehäuse abstützenden Federteller (101) eingespannt ist, der ab einem Teilhub des Kolbenschiebers in Schließrichtung zur Anlage an einem Anschlag (104) am Kolbenschieber kommt und über den restlichen Schließhub des Kolbenschiebers vom ortsfesten Teil abhebbar ist.

FIG. 1

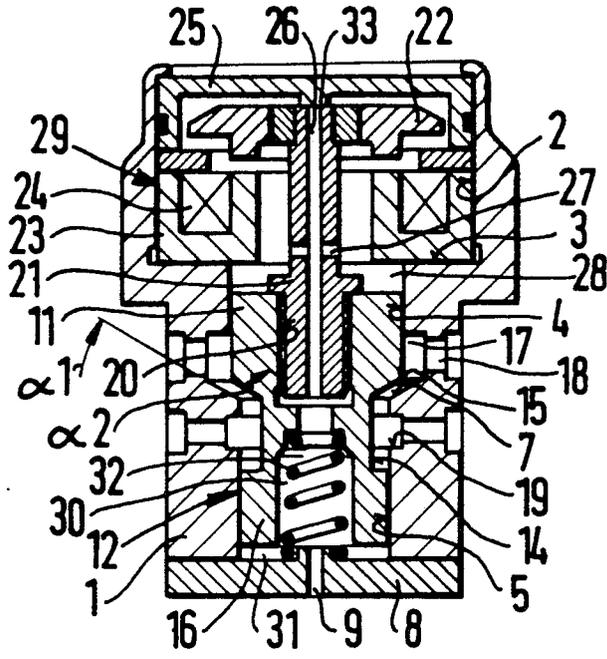


FIG. 2

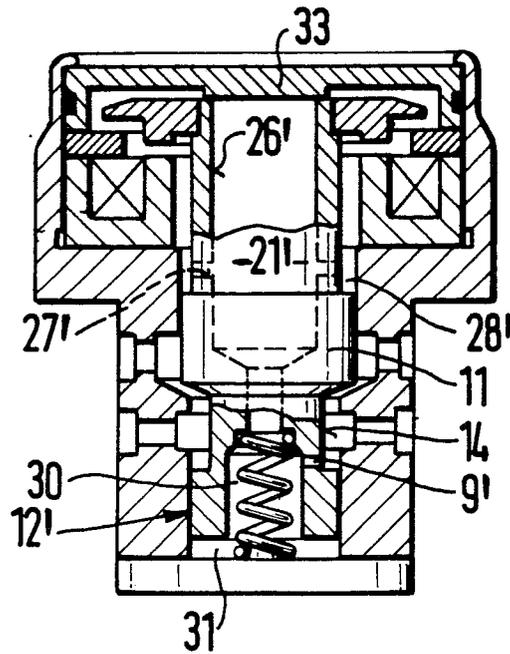


FIG. 3

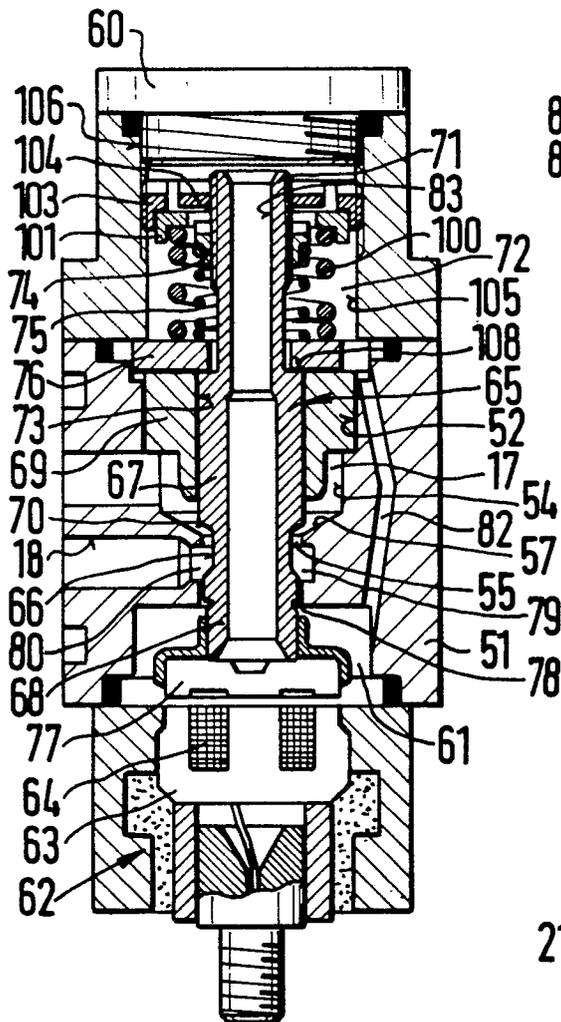


FIG. 4

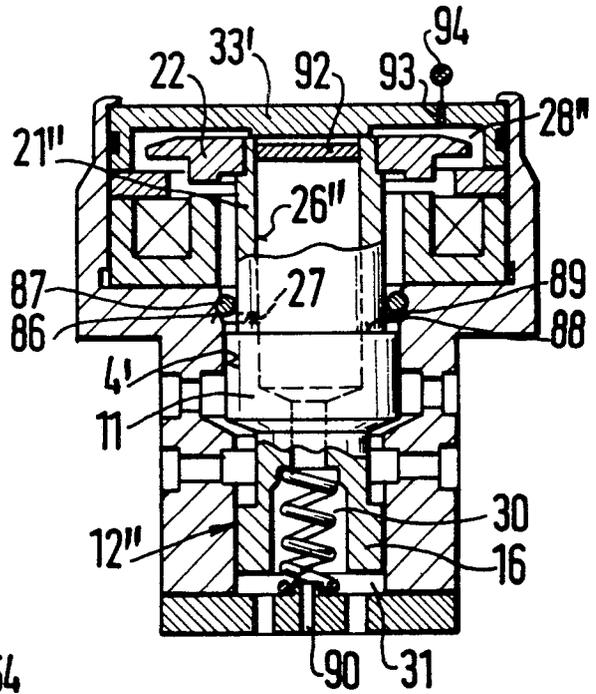


FIG. 5

