

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 2 128 454 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(51) Int Cl.:  
F15B 13/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 08009759.5

(22) Anmeldetag: 29.05.2008

(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: FESTO AG & Co. KG  
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:

- Schwenzer, Reinhard, Dr.  
73734 Esslingen (DE)
- Gommel, Gerhard  
73247 Notzingen (DE)

(74) Vertreter: Abel, Martin  
Patentanwälte  
Magenbauer & Kollegen  
Plochinger Strasse 109  
73730 Esslingen (DE)

## (54) Proportional-Wegeventil mit Feinsteuermitteln

(57) Es wird ein Proportional-Wegeventil (1) vorgeschlagen, das über Feinsteuermittel (37) verfügt, die eine exakte Steuerung sehr kleiner Volumenströme ermöglichen und zugleich eine reproduzierbare Herstellung des Ventils begünstigen. Die Feinsteuermittel (37) enthalten einen Drosselkanal (42) mit konstantem Drosselquerschnitt und eine Feinsteueröffnung (43) mit variablem Öffnungsquerschnitt, wobei ein Ventilschieber (6) so angeordnet ist, dass in einer Mittelstellung der freigegebene Öffnungsquerschnitt der Feinsteueröffnung (43) dem Drosselquerschnitt zumindest im Wesentlichen entspricht.

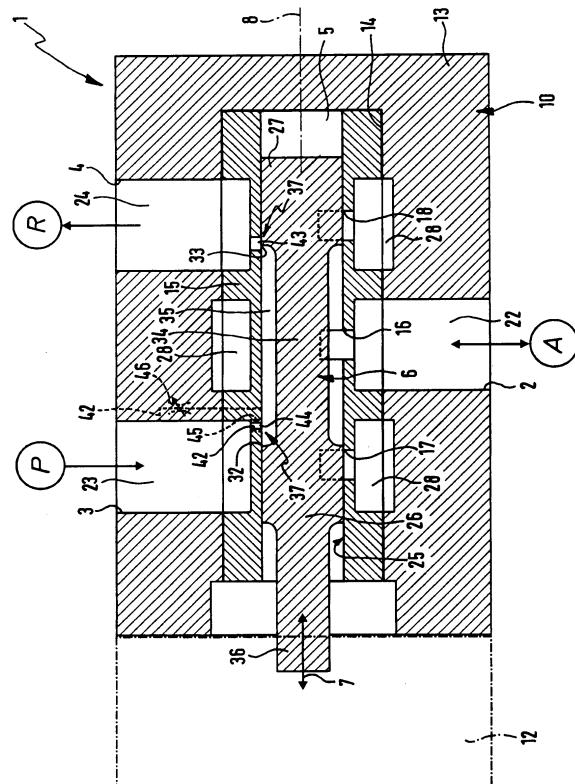


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Proportional-Wegeventil mit Feinsteuermitteln, mit einem axial bewegbar in einer Steuerkammer angeordneten Ventilschieber, der eine axial beidseits von jeweils einer Steuerkante begrenzte Überströmaussparung aufweist, die abhängig von der Stellung des Ventilschiebers in der Lage ist, mindestens eine mit einem Speisekanal verbundenen Speiseöffnung und mindestens eine mit einem Ablasskanal verbundene Ablassöffnung in einer Mittelstellung gleichzeitig von mindestens einer axial dazwischen angeordneten Arbeitsöffnung abzutrennen oder in Arbeitsstellungen selektiv mit variablem Strömungsquerschnitt mit dieser Arbeitsöffnung zu verbinden.

**[0002]** Proportional-Wegeventile dieser Art, wie sie in ähnlicher Form in dem Fachbuch "Fluidtechnik von A bis Z", H. Ebertshäuser/S. Helduser, Vereinigte Fachverlage, Mainz, 1995, Seiten 268 und 269 beschrieben werden, ermöglichen die Versorgung eines Verbrauchers mit variablen Strömungsraten. Eine mit einem Verbraucher verbindbare Arbeitsöffnung kann durch Wahl einer entsprechenden Arbeitsstellung mit entweder einem an eine Druckquelle angeschlossenen Speisekanal oder einem zur Atmosphäre oder zu einem Tank führenden Ablasskanal verbunden werden, wobei die Strömungsrate insbesondere stufenlos varierbar ist und wobei der Ventilschieber außerdem in einer Mittelstellung positionierbar ist, in der er die Arbeitsöffnung von sowohl dem Speisekanal als auch dem Ablasskanal absperrt.

**[0003]** Ein Problem bei der Auslegung von Proportional-Wegeventilen bereitet der sogenannte Feinsteuerbereich, also die Steuerung bzw. Vorgabe von sehr kleinen Volumenströmen. Diese lassen sich realisieren, indem der Ventilschieber nur minimal in der einen oder anderen Richtung aus seiner Mittelstellung ausgelenkt wird. Allerdings ist selbst bei großem Fertigungsaufwand, der insbesondere mit Toleranz einschränkungen bei der Gestaltung der Geometrie der Steuerkanten verbunden ist, kaum eine Reproduzierbarkeit der Ventilkennlinien möglich. Man ist daher vor allem in der Hydraulik dazu übergegangen, die Ventile mit Feinsteuermitteln auszustatten, wie sie in dem oben genannten Fachbuch beispielsweise auf Seite 125 unter dem Abschnitt "Feinsteuerung" beschrieben werden. Die Feinsteuermittel bestehen hier aus beispielsweise dreieckförmigen oder auch in anderer Weise geformten Kerben oder Aussparungen in den Steuerkanten des Ventilschiebers. Sie ermöglichen im Feinsteuerbereich, um den Nulldurchgang der Durchflusskennlinie herum, eine progressive und damit feinfühlig dosierbare Durchflusscharakteristik. Allerdings sind auch diese Maßnahmen mit sehr engen Fertigungstoleranzen verbunden, die vor allem auf dem Sektor der Pneumatik zu kaum vertretbaren Herstellungskosten führen.

**[0004]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Maßnahmen vorzuschlagen, die eine kostengünstige

Ausstattung von Proportional-Wegeventilen mit Feinsteuermitteln gestatten.

**[0005]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Proportional-Wegeventil der Eingangs genannten Art vorgesehen, dass die Feinsteuermittel mindestens einen einerseits mit dem Speisekanal oder mit dem Ablasskanal verbundenen, einen Drosselquerschnitt definierenden Drosselkanal aufweisen, der andererseits mit mindestens einer Drosselkanalöffnung derart umfangsseitig in die Steuerkammer einmündet, dass er in der Mittelstellung und in sich in beiden Richtungen an die Mittelstellung anschließenden weiteren Stellungen des Ventilschiebers mit vollständig freigegebenem Drosselquerschnitt mit der Überströmaussparung verbunden ist, und dass die Feinsteuermittel außerdem mindestens eine einerseits mit dem nicht mit dem Drosselkanal verbundenen Speisekanal oder Ablasskanal kommunizierende Feinsteueröffnung aufweisen, deren Öffnungsquerschnitt größer ist als der Drosselquerschnitt des Drosselkanals und die andererseits derart umfangsseitig in die Steuerkammer einmündet, dass ihr durch den Ventilschieber freigegebener Öffnungsquerschnitt zumindest in dem sich unmittelbar an die Mittelstellung anschließenden Verstellbereich des Ventilschiebers von der Stellung des Ventilschiebers abhängt und in der Mittelstellung des Ventilschiebers zumindest im Wesentlichen dem Drosselquerschnitt des Drosselkanals entspricht.

**[0006]** Auf diese Weise ist im eigentlichen Sinne sowohl dem Speisekanal als auch dem Ablasskanal jeweils mindestens eine Feinsteueröffnung zugeordnet, wobei allerdings eine davon als Öffnung eines Drosselkanals ausgebildet ist, der zumindest in der Mittelstellung des Ventilschiebers und bei ausgehend hiervon in beiden möglichen Bewegungsrichtungen stattfindenden Feinverstellungen des Ventilschiebers einen gleichbleibenden Drosselquerschnitt freigibt, über den das Fluid - je nachdem ob der Drosselkanal an den Speisekanal oder an den Ablasskanal angeschlossen ist - mit konstanter Strömungsrate zuströmen oder abströmen kann. Variabel ist hingegen der Öffnungsquerschnitt der (anderen) Feinsteueröffnung, die eine Verbindung zwischen der Steuerkammer und demjenigen Kanal - Speisekanal oder Ablasskanal - herstellt, der nicht direkt mit dem Drosselkanal kommuniziert. Bei der Herstellung des Ventils ist es somit ohne größeren Aufwand möglich, die Komponenten so zu justieren, dass in der Mittelstellung des Ventilschiebers ein konstanter "Leckagedurchfluss" zwischen dem Speisekanal und dem Ablasskanal auftritt, was einen für die Feinsteuerung vorteilhaften, flachen Nulldurchgang der Durchflusskennlinie zur Folge hat. Der Drosselkanal und die Feinsteueröffnung bilden somit einen Druckteiler, dessen Ausgangsdruck sich im Bereich um die Mittelstellung des Ventilschiebers herum vom minimalen zum maximalen Wert nahezu proportional zur Steuerschieberposition ändert, ohne dass an die Fertigungstoleranzen überzogene Anforderungen gestellt werden.

**[0007]** Zweckmäßigerweise verfügt der Ventilschieber über einen die Mittelstellung einschließenden, als Überdeckungsbereich bezeichnenden kleinen Verstellbereich, in dem sich Stellungsänderungen des Ventilschiebers nur auf den freigegebenen Öffnungsquerschnitt der Feinsteueroöffnung auswirken, während der Drosselkanal konstant offen und sowohl die mindestens eine Speiseöffnung als auch die mindestens eine Ablassöffnung vollständig geschlossen sind.

**[0008]** Fertigungstechnisch besonders vorteilhaft ist die Aufteilung der Feinsteuermittel in einen zumindest innerhalb des gesamten Feinstuerbereiches ständig offenen Drosselkanal und eine Feinsteueroöffnung, die innerhalb des Feinstuerbereiches einen in Abhängigkeit von der Stellung des Ventilschiebers variablen Öffnungsquerschnitt zur Verfügung stellt. Beim Zusammenbau des Ventils genügt es hier, die Position des Ventilschiebers auf die Position der Feinsteueroöffnung abzustimmen, ohne auf die sowieso ständig offene Öffnung des Drosselkanals Rücksicht nehmen zu müssen. Verglichen mit einer Konstruktion, die zwei im Feinstuerbereich hinsichtlich ihres Querschnittes variable Feinsteueroöffnungen aufweist, gestattet dies selbst bei größeren Toleranzbereichen eine reproduzierbare Ventilfertigung mit gleichbleibenden Kennlinien auch in der Serienfertigung.

**[0009]** Der mit einem konstanten Drosselquerschnitt aufwartende Drosselkanal ist zweckmäßigerweise an den Speisekanal angeschlossen, sodass über ihn ein konstanter Volumenstrom in die Steuerkammer einströmt. Die Feinsteueroöffnung, die nichts anderes ist als eine Drosselöffnung mit variablem Querschnitt, ist in diesem Fall an den Ablasskanal angeschlossen. Eine umgekehrte Kanalzuordnung ist jedoch ebenfalls möglich.

**[0010]** Insbesondere zum Ausgleich von quer zur Verstellrichtung auf den Ventilschieber einwirkenden fluidischen Druckkräften können an Stelle nur einer Drosselkanalöffnung und/oder an Stelle nur einer Feinsteueroöffnung jeweils auch mehrere solcher Öffnungen mit insbesondere gleichmäßiger Verteilung um den Ventilschieber herum angeordnet sein.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0012]** Zweckmäßigerweise ist die Drosselkanalöffnung derart am Innenumfang der Steuerkammer plaziert, dass der Drosselkanal außer in der Mittelstellung auch in jeder möglichen Arbeitsstellung mit der Überströmaussparung des Ventilschiebers verbunden ist. Dadurch ergibt sich unabhängig von der Stellung des Ventilschiebers eine ständige Fluidverbindung zum zugeordneten Speisekanal oder Ablasskanal mit konstantem Drosselquerschnitt.

**[0013]** Der Ventilschieber weist zweckmäßigerweise axial beidseits im Anschluss an die Überströmaussparung jeweils einen die zugeordnete Steuerkante definierenden Abdeckabschnitt auf. In der Mittelstellung, und zweckmäßigerweise auch bei diesbezüglich geringfügig ausgelenktem Ventilschieber, liegen die beiden Abdeck-

abschnitte über der jeweils zugeordneten Speiseöffnung bzw. Ablassöffnung und decken diese so ab, dass die Verbindung zur Überströmaussparung und folglich auch zur Arbeitsöffnung unterbrochen ist. Eine solche Bauweise empfiehlt sich insbesondere bei einer sogenannten harddichtenden Ventilausführung, bei der der Ventilschieber und die Wandung der Steuerkammer ohne dazwischen angeordnete zusätzliche Dichtungsmittel, beispielsweise gummielastische Dichtungsringe, direkt in Dichtkontakt miteinander stehen.

**[0014]** Zur exakten Vorgabe des Drosselquerschnittes kann in den Drosselkanal ein als separates Element gefertigtes, kalibriertes Düsenelement eingesetzt sein. Das Düsenelement ist beispielsweise eingepresst oder eingeschraubt. Es gibt den Drosselquerschnitt insbesondere unveränderlich vor.

**[0015]** Alternativ kann das Wegeventil auch mit Mitteln zur variablen Vorgabe des Drosselquerschnittes ausgestattet sein. Hierzu bietet es sich an, in den Drosselkanal eine von außen her einstellbare Drosselinrichtung einzuschalten. Sie ist zweckmäßigerweise in das Ventilgehäuse des Wegeventils integriert.

**[0016]** Die mindestens eine Feinsteueroöffnung ist zweckmäßigerweise in Relation zu der mindestens einen in die Steuerkammer ausmündenden Öffnung des mit ihr verbundenen Speisekanals oder Ablasskanals mit axialer Überlappung angeordnet.

**[0017]** Während die mindestens eine Speiseöffnung, und/oder die mindestens eine Arbeitsöffnung und/oder die mindestens eine Ablassöffnung vorzugsweise mit schlitzförmiger Geometrie ausgeführt sind, realisiert man die Drosselkanalöffnung und die Feinsteueroöffnung zweckmäßigerweise nach Art einer Bohrung mit insbesondere kreisförmigem Querschnitt.

**[0018]** In Anbetracht der vorhandenen mindestens einen Drosselkanalöffnung und mindestens einen Feinsteueroöffnung können die beiden Steuerkanten des Ventilschiebers mit ununterbrochenem Verlauf ausgebildet werden und bedürfen keiner Einarbeitung von Nuten oder sonstigen Aussparungen. Dies liefert einen weiteren Beitrag zur Reduzierung der Fertigungskosten.

**[0019]** Obgleich das Proportionalwegeventil auch als Hydraulikventil nutzbar ist, erweist sich seine Konstruktion vor allem in Bezug auf zur Steuerung von Druckluft eingesetzten Pneumatikventilen besonders vorteilhaft, weil hier in der Regel der Kostendruck höher ist als bei den von Hause aus mit geringeren Toleranzen gefertigten Hydraulikventilen. Die erfindungsgemäße Konstruktion ermöglicht bei stark reduzierten Herstellungskosten eine Verbesserung der Reproduzierbarkeit und eine Verringerung der Ausschussquote in der Produktion.

**[0020]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur (Figur 1) zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Proportional-Wegeventil vorteilhaften Aufbaus, wobei der Ventilschieber bei Einnahme der Mittelstellung gezeigt ist.

**[0021]** Das in seiner Gesamtheit mit Bezugsziffer 1 be-

zeichnete Proportional-Wegeventil ist beim Ausführungsbeispiel als Pneumatikventil konzipiert, das zur Steuerung von Druckluft eingesetzt wird. Gleichwohl lässt es sich auch als Hydraulikventil zur Steuerung flüssiger Medien einsetzen. Im Folgenden auf "Druckluft" erfolgende Bezugnahmen sind daher als Bezugnahmen auf jegliche Art von Fluid zu verstehen.

**[0022]** Das im Folgenden vereinfacht nur als "Ventil" bezeichnete Proportional-Wegeventil 1 ist ein Stetigventil, mit dem es möglich ist, die Fluidversorgung eines Verbrauchers A variabel zu steuern, sodass beispielsweise verbraucherseitig eine Druckregelung oder Volumenstromregelung realisierbar ist. Der Verbraucher A kann je nach Betriebszustand des Ventils 1 mit entweder einer Druckquelle P oder mit einer Drucksenke R - letzteres ist bei einem Pneumatikventil die Atmosphäre und bei einem Hydraulikventil ein Tank - verbunden werden oder lässt sich gleichzeitig von der Druckquelle P und der Drucksenke R absperren. Die Fluidverbindung zur Druckquelle P und zur Drucksenke R ist mit stufenlos veränderlichem Strömungsquerschnitt möglich.

**[0023]** Das Ventil 1 verfügt über ein Ventilgehäuse 10, an dem außen ein mit dem Verbraucher A verbindbarer Verbraucheranschluss 2, ein mit der Druckquelle P verbindbarer Speiseanschluss 3 und ein mit der Drucksenke R verbindbarer Ablassanschluss 4 angeordnet sind. Nicht weiter abgebildete Anschlussmittel wie Gewinde oder Steckverbinder ermöglichen das fluiddichte Anschließen von vom Ventil 1 wegführenden Fluidleitungen.

**[0024]** Im Innern des Ventilgehäuses 10 ist eine längliche, vorzugsweise kreiszylindrisch konturierte Steuerkammer 5 ausgebildet. In ihr erstreckt sich ein Ventilschieber 6, der gemäß Doppelpfeil 7 in Achsrichtung ihrer Längsachse 8 verstellbar ist, um stufenlos in unterschiedlichen Schaltstellungen relativ zum Ventilgehäuse 10 positioniert werden zu können. Die Verstellbewegung 7 und die damit erzielbare Positionierung des Ventilschiebers 6 wird mittels einer elektrisch betätigbaren Antriebseinrichtung 12 des Ventils 1 bewirkt, die beim Ausführungsbeispiel in axialer Verlängerung der Steuerkammer 5 stirnseitig an das Ventilgehäuse 10 angebaut ist. Es handelt sich hier insbesondere um einen sogenannten Proportionalmagnet, also um einen Elektromagnet, der bei elektrischer Ansteuerung proportional zu der angelegten Spannung eine Verlagerung seines Ankers und des mit diesem bewegungsgekoppelten Ventilschiebers 6 bewirkt.

**[0025]** Um eine besonders exakte Herstellung der Steuerkammer 5 zu ermöglichen, ist das Ventilgehäuse 10 zweckmäßigerweise mehrteilig ausgebildet. Es verfügt über einen die Anschlüsse 2, 3, 4 aufweisenden Außenkörper 13 und eine die Steuerkammer 5 definierende, in eine Aufnahme 14 des Außenkörpers 13 unter Abdichtung eingesetzte Führungshülse 15.

**[0026]** Abweichend hiervon wäre allerdings auch eine einteilige Ausbildung des Ventilgehäuses 10 möglich.

**[0027]** Wie sich aus den einleitenden Bemerkungen

ergibt, ist das beispielhafte Ventil 1 als 3/3-Proportionalventil konzipiert. Es könnte allerdings auch eine andere Ventilfunktionalität aufweisen, insbesondere eine 4/3-Funktionalität oder eine 5/3-Funktionalität.

**5** **[0028]** In die Steuerkammer 5 mündet über eine umfangsseitig angeordnete Arbeitsöffnung 16 ein das Ventilgehäuse 10 durchsetzender, zu dem Verbraucheranschluss 2 führender Arbeitskanal 22 ein. Die Arbeitsöffnung 16 ist mit axialen Abstand flankiert von einer axial diesseits angeordneten Speiseöffnung 17 und einer axial jenseits angeordneten Ablassöffnung 18. Die Speiseöffnung 17 und die Ablassöffnung 18 sind wie die Arbeitsöffnung 16 an der den Ventilschieber 6 umschließenden Umfangsfläche 25 der Steuerkammer 5 ausgebildet.

**10** **[0029]** Die Speiseöffnung 17 kommuniziert über einen das Ventilgehäuse 10 durchsetzenden Speisekanal 23 mit dem Speiseanschluss 3 und die Ablassöffnung 18 kommuniziert über einen das Ventilgehäuse 10 durchsetzenden Ablasskanal 24 mit dem Ablassanschluss 4.

**15** **[0030]** Zu den drei Kanälen 22, 23, 24 gehört beim Ausführungsbeispiel jeweils eine die Führungshülse 15 umschließende Ringkammer 28, die die erforderliche Fluidverbindung unabhän-<sup>g</sup>ig davon gewährleistet, mit welcher drehwinkelmäßigen Ausrichtung die Führungshülse 15 in die Aufnahme 14 eingesetzt ist.

**20** **[0031]** Die drei Öffnungen 16, 17, 18 verfügen zweckmäßigerweise jeweils über eine schlitzförmige Geometrie, deren Längserstreckung mit der Umfangsrichtung der Steuerkammer 5 zusammenfällt. Folglich erstrecken sie sich jeweils ein Stück weit in der Umfangsrichtung der Steuerkammer 5. Zweckmäßigerweise ist von jeder dieser Öffnungen 16, 17, 18 eine Mehrzahl vorhanden, die um den Ventilschieber 6 herum in insbesondere gleichmäßiger Verteilung in die Steuerkammer 5 ein-

**25** münden, um einen Ausgleich der auf den Steuerschieber radial einwirkenden Druckkräfte zu erzielen. Die weiteren Öffnungen sind in Figur 1 nicht ersichtlich, da sie teils vom Ventilschieber 6 verdeckt werden und teils oberhalb der Zeichenebene liegen. Alle gleichartigen Öffnungen

**30** sind zweckmäßigerweise auf gleicher axialer Höhe in der Achsrichtung der Längsachse 8 plaziert und haben zweckmäßigerweise auch untereinander den gleichen Querschnitt. Sofern im Folgenden von einer dieser Öffnungen 16, 17, 18 die Rede ist, sind damit stets alle gleichartigen Öffnungen gemeint.

**35** **[0032]** Der Ventilschieber 6 verfügt über zwei mit axialen Abstand zueinander angeordnete Längenabschnitte, die im Folgenden als erster und zweiter Abdeckabschnitt 26, 27 bezeichnet seien und die kreiszylindrisch

**40** konturiert sind, wobei ihr Außendurchmesser dem Innen- durchmesser der Steuerkammer 5 entspricht, sodass sie an der Umfangsfläche 25 der Steuerkammer 5 gleitverschieblich und mit Dichtkontakt anliegen. Der Ventilschieber 6 kann in einer aus der Zeichnung ersichtlichen

**45** Mittelstellung positioniert werden, in der der erste Abdeckabschnitt 26 die Speiseöffnung 17 abdeckt und gleichzeitig der zweite Abdeckabschnitt 27 die Ablassöffnung 18 abdeckt. Die Speiseöffnung 17 und die Ab-

lassöffnung 18 ist somit verschlossen und die Arbeitsöffnung 16 ist sowohl von der Speiseöffnung 17 als auch von der Ablassöffnung 18 abgetrennt.

**[0032]** Die beiden Abdeckabschnitte 26, 27 sind an den axial einander zugewandten Seiten durch eine erste bzw. zweite Steuerkante 32, 33 begrenzt. Jede Steuerkante 32, 33 erstreckt sich ununterbrochen um den Ventilschieber 6 herum und weist keinerlei Aussparungen oder sonstige Unterbrechungen auf. Beim Ausführungsbeispiel ist jede Steuerkante 32, 33 kreisförmig konturiert.

**[0033]** Zwischen den beiden Abdeckabschnitten 26, 27 erstreckt sich ein im Durchmesser verringelter Stegabschnitt 34 des Ventilschiebers 6, der von einer im Folgenden als Überströmaussparung 35 bezeichneten hohlzylindrischen Aussparung umschlossen ist, deren Außenumfang von der Umfangsfläche 25 der Steuerkammer 5 definiert ist. An ihren beiden Stirnseiten ist die Überströmaussparung 35 von jeweils einer der beiden Steuerkanten 32, 33 begrenzt.

**[0034]** Auf der dem Stegabschnitt 34 entgegengesetzten Axialseite des ersten Abdeckabschnittes 26 kann sich noch ein Antriebsabschnitt 36 des Ventilschiebers 6 anschließen, über den die Bewegungskopplung mit der Antriebeinrichtung 12 stattfindet.

**[0035]** Die Arbeitsöffnung 16 ist derart an der Umfangsfläche 25 angeordnet, dass sie in jeder Stellung des Ventilschiebers 6 mit der Überströmaussparung 35 uneingeschränkt in Verbindung steht.

**[0036]** Ausgehend von der gezeigten Mittelstellung kann der Ventilschieber 6 in die eine oder andere axiale Richtung verschoben werden. Hierdurch kann er in Arbeitsstellungen positioniert werden, in denen - je nach Verstellrichtung - entweder die Speiseöffnung 17 oder die Ablassöffnung 18 weiterhin durch den zugeordneten Abdeckabschnitt 26 oder 27 abgedeckt und verschlossen bleibt, während gleichzeitig die jeweils andere dieser beiden Öffnungen 17, 18 freigegeben wird, weil sich die zugeordnete Steuerkante 32, 33 über sie hinweg bewegt. Der freigegebene Öffnungsquerschnitt ist proportional zum Verstellweg des Ventilschiebers 6. Somit kann die Arbeitsöffnung 16 mit stufenlos veränderlichem Strömungsquerschnitt entweder mit der Speiseöffnung 17 oder mit der Ablassöffnung 18 verbunden werden, um dem angeschlossenen Verbraucher A Druckmedium zuzuführen oder um Druckmedium vom Verbraucher A abzuführen.

**[0037]** Das Absperren der Speiseöffnung 17 und Ablassöffnung 18 von der Steuerkammer 5 erfolgt zweckmäßigerweise ohne gummielastische Dichtungsmittel und allein durch den unmittelbaren Kontakt zwischen der Außenfläche der Abdeckabschnitte 26, 27 und der radial zugewandten Umfangsfläche 25 der Steuerkammer 5. Es handelt sich also um eine hartdichtende Ausführung, die sich durch eine besondere Reibungsarmut und Leichtgängigkeit auszeichnet. Es wäre gleichwohl prinzipiell möglich, am Ventilschieber 6 und/oder am Ventilgehäuse 10 zusätzliche Dichtungselemente vorzuse-

hen, insbesondere Dichtungsringe.

**[0038]** Um eine Optimierung der Reproduzierbarkeit der Druck- und Durchflusskennlinien zu erzielen, ist das Ventil 1 mit besonderen Feinsteuermitteln 37 ausgestattet. Die Feinsteuermittel 37 begünstigen in besonderer Weise die Serienfertigung des Ventils 1, weil sie es ermöglichen, ohne übersteigerte Toleranzanforderungen im Wesentlichen gleiche Kennlinienverläufe bei allen Ventilen zu gewährleisten. Dies gilt vor allem für die sich diesseits und jenseits unmittelbar an den Nulldurchgang (Mittelstellung) anschließenden Kennlinienbereiche, also in den Feinsteuerbereichen, in denen eine sehr exakte und zugleich feine Dosierung der Volumenströme gewünscht ist.

**[0039]** Die Feinsteuermittel 37 definieren einen fluidischen Druckteiler, der sich aus einem Drosselkanal 42 und einer Feinsteueröffnung 43 zusammensetzt. Der Drosselkanal 42 ist einenends mit dem Speisekanal 23 verbunden und mündet andernends über eine Drosselkanalöffnung 44 im Bereich der Umfangsfläche 25 in die Steuerkammer 5 ein. Die Drosselkanalöffnung 44 ist derart mit axialem Abstand zu der Speiseöffnung 17 angeordnet, dass sie uneingeschränkt mit der Überströmaussparung 35 in Verbindung steht, wenn der Ventilschieber 6 die abgebildete Mittelstellung einnimmt und auch dann, wenn der Ventilschieber 6 aus der Mittelstellung in der einen oder anderen Richtung in sich anschließende Stellungen ausgelenkt wird. Der Drosselkanal 42 definiert einen als Drosselquerschnitt bezeichneten Strömungsquerschnitt, der dem Fluid in den genannten Ventilschieberstellungen ständig zur Verfügung steht, sodass das Druckmedium auch in der Mittelstellung des Ventilschiebers 6 mit einer kleinen, aber konstanten Strömungsrate - durch den Drosselkanal 42 hindurch - aus dem Speisekanal 23 in die Überströmaussparung 35 einströmen kann. Der Drosselquerschnitt ist wesentlich kleiner als der bei freigegebener Speiseöffnung 17 durch die Speiseöffnung 17 definierte Strömungsquerschnitt.

**[0040]** Die Feinsteueröffnung 43 ist im Bereich der Ablassöffnung 18 angeordnet, wobei sie eine Verbindung zwischen dem Ablasskanal 22 und der Steuerkammer 5 herstellt. Wie der Drosselkanal 42, der bezüglich der Speiseöffnung 17 eine parallele Fluidverbindung zwischen dem Speisekanal 23 und der Steuerkammer 5 vorgibt, bildet die Feinsteueröffnung 43 eine bezüglich der Ablassöffnung 18 parallele fluidische Verbindung zwischen dem Ablasskanal 24 und der Steuerkammer 5. Das besondere der Feinsteueröffnung 43 besteht allerdings darin, dass ihr Querschnitt größer ist als der vom Drosselkanal 42 zur Verfügung gestellte Drosselquerschnitt und dass sie so angeordnet ist, dass sie in der Mittelstellung des Ventilschiebers 6 von dessen zweiten Abdeckabschnitt 27 derart teilweise abgedeckt wird, dass der freigegebene Strömungsquerschnitt der Feinsteueröffnung 43 zumindest im Wesentlichen dem Drosselquerschnitt des Drosselkanals 42 entspricht. Der maximale durch die Feinsteueröffnung 43 vorgebbare Strömungsquerschnitt ist auf jeden Fall wesentlich kleiner als

der bei freigegebener Ablassöffnung 18 durch die Ablassöffnung 18 freigegebene Strömungsquerschnitt.

**[0041]** Über den Drosselkanal 42 hinweg wird also der Überströmaussparung 35 und mithin dem mit dieser ständig verbundenen Arbeitskanal 22 ein zumindest im Bereich um die Mittelstellung des Ventilschiebers 7 herum von der Stellung des Ventilschiebers unabhängiger konstanter Leckvolumenstrom zugeleitet, dessen Größe nur durch den Speisedruck und das sich zum Arbeitsanschluss 2 hin einstellende Druckgefälle bestimmt. Vorrangig ist die Drosselkanalöffnung 44 so plaziert, dass der vom Drosselkanal 42 zur Verfügung gestellte Drosselquerschnitt außer in der Mittelstellung auch noch in jeder möglichen Arbeitsstellung des Ventilschiebers 6 vollständig freigegeben ist.

**[0042]** Durch die geschilderte Plazierung der Feinstueröffnung 43 wird erreicht, dass der in der Mittelstellung über den Drosselkanal 42 in die Überströmaussparung 35 einströmende Leckvolumenstrom unmittelbar wieder in den Ablasskanal 24 ausgeleitet wird. Dadurch bleiben bei in der Mittelstellung positioniertem Ventilschieber 6 die im Arbeitskanal 22 herrschenden Druck- und Strömungsverhältnisse zumindest im Wesentlichen konstant.

**[0043]** Wird der Ventilschieber 6 aus der Mittelstellung in die eine oder andere Richtung ausgelenkt, ändert sich der im Arbeitskanal 22 herrschende Arbeitsdruck nahezu proportional vom minimalen zum maximalen Wert, solange sich der Ventilschieber 7 in einem Überdeckungsbereich befindet, in dem die Speiseöffnung 17 und die Ablassöffnung 18 durch die Abdeckabschnitte 26, 27 noch verschlossen sind. Der zum Verbraucher A gelangende Volumenstrom wird in diesem Feinstuerbereich also praktisch nur von dem momentan freigegebenen Öffnungsquerschnitt der Feinstueröffnung 43 bestimmt bzw. genauer gesagt von der Querschnittsdifferenz zwischen diesem freigegebenen Öffnungsquerschnitt und dem Drosselquerschnitt.

**[0044]** Das Ventil 1 ist also zweckmäigigerweise so ausgelegt, dass der Ventilschieber 6 die Speiseöffnung 17 und die Ablassöffnung 18 nicht nur in der Mittelstellung absperrt, sondern zusätzlich in diesbezüglich in beiden Richtungen geringfügig ausgelenkten Positionen, also in einem als Überdeckungsbereich bezeichneten Bereich, in dem der Volumenstrom nur durch die Querschnittsdifferenz zwischen dem ständig offenen Drosselquerschnitt und dem momentan freigegebenen Öffnungsquerschnitt der Feinstueröffnung 43 definiert wird.

**[0045]** Die Zuordnung des Drosselkanals 42 und der Feinstueröffnung 43 zum Speisekanal 43 und zum Ablasskanal 24 könnte auch vertauscht sein. In diesem Fall wäre durch den Drosselkanal 42 ein von der Stellung des Ventilschiebers 6 unabhängiger konstanter Abströmquerschnitt definiert, während zuströmseitig einestellungsabhängige Variation des Zuströmquerschnittes stattfindet.

**[0046]** Die Drosselkanalöffnung 44 und die Feinsteu-

eröffnung 43 sind zweckmäigigerweise bohrungsartig ausgebildet. Beim Ausführungsbeispiel sind sie als bohrungsartige radiale Wanddurchbrechungen der Führungshülse 15 realisiert. Zur Kompensation von fluidischen Druckkräften könnten jeweils mehrere auf gleicher axialer Höhe angeordnete Feinstueröffnungen und Drosselkanalöffnungen vorhanden sein.

**[0047]** Während die Drosselkanalöffnung 44 und die benachbart zu ihr angeordnete Speisekanalöffnung 17 mit zweckmäigigerweise axialem Abstand zueinander und ohne axiale Überlappung angeordnet sind, ist die Feinstueröffnung 43 insbesondere so plaziert, dass zwischen ihr und der Ablassöffnung 18 eine axiale Überlappung vorliegt. Beim Verlagern des Ventilschiebers 7 beginnt somit der Freigabevorgang bezüglich der Ablassöffnung 18 bei einer Stellung des Ventilschiebers 6, in der der Öffnungsquerschnitt der Feinstueröffnung 43 noch nicht vollständig freigegeben ist.

**[0048]** Bei besonders hohen Anforderungen an die Reproduzierbarkeit der Kennlinien kann der Drosselkanal 42 insbesondere durch ein kalibriertes Düsenelement 45 realisiert werden, das beispielsweise als Einpressdüse oder als Einschraubdüse in den Verlauf des Drosselkanals 42 eingeschaltet ist und das in der Zeichnung gestrichelt bei 45 angedeutet ist.

**[0049]** Vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung des Drosselkanals 42 mit variabel einstellbarem Drosselquerschnitt. Damit lässt sich der Verlauf der Durchflussskennlinie im Feinstuerbereich individuell anpassen. In der Zeichnung ist hierzu exemplarisch strichpunktiert ein Drosselkanal 42 angedeutet, in dessen Verlauf hinsichtlich der vorgebaren Drosselungsintensität einstellbare Drosselinrichtung 46 eingeschaltet ist.

**[0050]** Bei der Fertigung des Ventils 1 ist es von Vorteil, dass man zur Einstellung der gewünschten Kennlinie lediglich eine Positionierung des Ventilschiebers 6 bezüglich der einen Feinstueröffnung 43 vorzunehmen hat, nicht hingegen hinsichtlich der Drosselkanalöffnung 44, bezüglich der nur gewährleistet sein muss, dass sie in dem gewünschten Verstellbereich des Ventilschiebers 7 eine ständige Verbindung zur Überströmaussparung 35 bereitstellt. Würde man statt dessen auf zwei Feinstueröffnungen mit variablem Öffnungsquerschnitt zurückgreifen, ließe sich die angestrebte Reproduzierbarkeit wenn überhaupt, so nur mit deutlich reduzierten Fertigungstoleranzen erzielen.

## Patentansprüche

1. Proportional-Wegeventil mit Feinstuermitteln, mit einem axial bewegbar in einer Steuerkammer (5) angeordneten Ventilschieber (6), der eine axial beidseits von jeweils einer Steuerkante (32, 33) begrenzte Überströmaussparung (35) aufweist, die abhängig von der Stellung des Ventilschiebers (6) in der Lage ist, mindestens eine mit einem Speisekanal (23) verbundene Speiseöffnung (17) und minde-

- stens eine mit einem Ablasskanal (24) verbundene Ablassöffnung (18) in einer Mittelstellung gleichzeitig von mindestens einer axial dazwischen angeordneten Arbeitsöffnung (16) abzutrennen oder in Arbeitsstellungen selektiv mit variablem Strömungsquerschnitt mit dieser Arbeitsöffnung (16) zu verbinden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feinsteuermittel (37) mindestens einen einerseits mit dem Speisekanal (23) oder mit dem Ablasskanal (24) verbundenen, einen Drosselquerschnitt definierenden Drosselkanal (42) aufweisen, der andererseits mit mindestens einer Drosselkanalöffnung (44) derart umfangsseitig in die Steuerkammer (5) einmündet, dass er in der Mittelstellung und in sich in beiden Richtungen an die Mittelstellung anschließenden weiteren Stellungen des Ventilschiebers (6) mit vollständig freigegebenem Drosselquerschnitt mit der Überströmaussparung (35) verbunden ist, und dass die Feinsteuermittel (37) außerdem mindestens eine einerseits mit dem nicht mit dem Drosselkanal (42) verbundenen Speisekanal (43) oder Ablasskanal (24) kommunizierende Feinsteueroöffnung (43) aufweisen, deren Öffnungsquerschnitt größer ist als der Drosselquerschnitt des Drosselkanals (42) und die andererseits derart umfangsseitig in die Steuerkammer (5) einmündet, dass ihr durch den Ventilschieber (6) freigegebener Öffnungsquerschnitt zumindest in dem sich unmittelbar an die Mittelstellung anschließenden Verstellbereich des Ventilschiebers (6) von der Stellung des Ventilschiebers (6) abhängt und in der Mittelstellung des Ventilschiebers (6) zumindest im Wesentlichen dem Drosselquerschnitt des Drosselkanals (42) entspricht.
2. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Drosselkanalöffnung (44) derart angeordnet ist, dass der Drosselkanal (42) in jeder Arbeitsstellung des Ventilschiebers (6) ständig mit vollständig freigegebenem Drosselquerschnitt mit der Überströmaussparung (35) verbunden ist.
3. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speiseöffnung (17), die Ablassöffnung (18), die Drosselkanalöffnung (44) und die Feinsteueroöffnung (43) so plaziert sind, dass der Ventilschieber (6) variabel innerhalb eines die Mittelstellung beinhaltenden Überdeckungsbereiches positionierbar ist, in dem sowohl die Speiseöffnung (17) als auch die Ablassöffnung (18) abgesperrt sind, während der Drosselquerschnitt des Drosselkanals (42) stets vollständig freigegeben ist und der freigegebene Öffnungsquerschnitt der Feinsteueroöffnung (43) von der Position des Ventilschiebers (6) abhängt.
4. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an die Überströmaussparung (35) axial beidseits jeweils ein die zugeordnete Steuerkante (32, 33) definierender Abdeckabschnitt (26, 27) des Ventilschiebers (6) anschließt, der zumindest in der Mittelstellung die ihm jeweils zugeordnete, am Umfang der Steuerkammer (5) angeordnete Speiseöffnung (17) bzw. Ablassöffnung (18) vollständig abdeckt.
5. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselkanal (42) zur Vorgabe des gewünschten Drosselquerschnittes mit einem Düselement (45) ausgestattet ist.
10. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselkanal (42) zur variablen Vorgabe des gewünschten Drosselquerschnittes eine einstellbare Drosselinrichtung (46) aufweist.
15. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feinsteueroöffnung (43) so angeordnet ist, dass zwischen ihr und der mindestens einen Öffnung des mit ihr verbundenen Speisekanals (23) oder Ablasskanals (24) eine axiale Überlappung vorliegt.
20. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Speiseöffnung (17) und/oder die mindestens eine Arbeitsöffnung (16) und/oder die mindestens eine Ablassöffnung (18) eine schlitzförmige Geometrie mit mit der Umfangsrichtung der Steuerkammer (5) zusammenfallender Längserstreckung aufweist bzw. aufweisen.
25. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Drosselkanalöffnung (44) und/oder die mindestens eine Feinsteueroöffnung (43) bohrungsartig ausgebildet sind.
30. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Steuerkanten (32, 33) des Ventilschiebers (6) jeweils einen in der Umfangsrichtung des Ventilschiebers (6) ununterbrochenen Verlauf aufweisen.
35. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilschieber (6) und die Wandung der Steuerkammer (5) ohne dazwischen angeordnete zusätzliche Dichtungsmittel direkt in Dichtkontakt miteinander stehen.
40. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Drosselkanal (42) mit dem Speisekanal

(23) und die mindestens eine Feinsteueroeffnung (43)  
mit dem Ablasskanal (24) verbunden ist.

13. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche  
1 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Ausgestal- 5  
tung als zur Steuerung von Druckluft dienendes  
Pneumatikventil.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

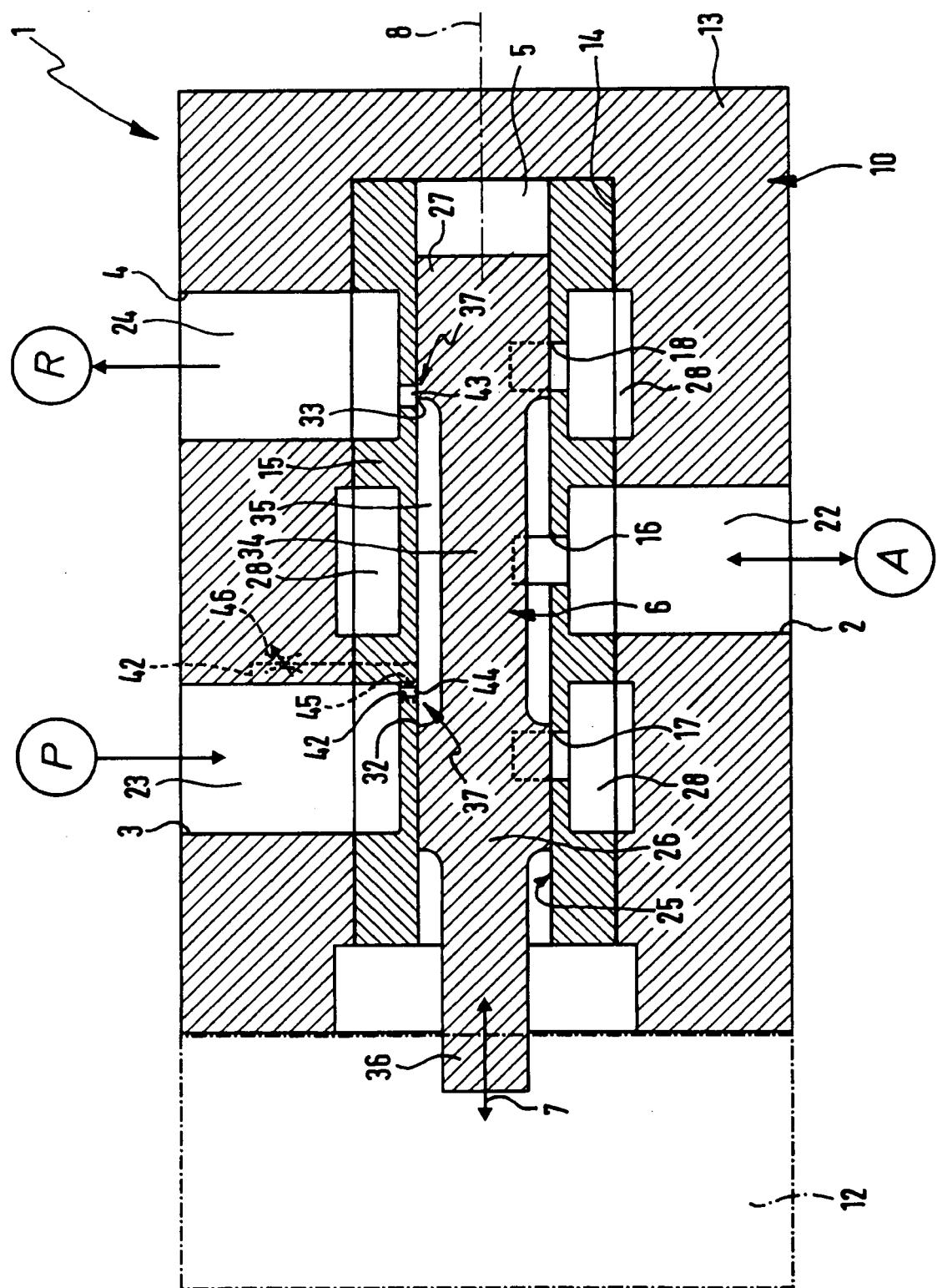


Fig. 1



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 00 9759

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GB 879 986 A (SIGMA INSTR CO LTD) 11. Oktober 1961 (1961-10-11) * Seite 1, Zeile 44 - Seite 2, Zeile 119; Abbildung 1 * -----	1-13	INV. F15B13/04
A	US 4 741 364 A (STOSS KENNETH J [US] ET AL) 3. Mai 1988 (1988-05-03) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 35; Abbildung 1 * -----	1-13	
A	DE 36 07 063 A1 (FINOSZERELVENYGYAR [HU]) 25. September 1986 (1986-09-25) * Seite 10, Zeile 8 - Seite 12, Zeile 2; Abbildung 1 * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	5. November 2008	Busto, Mario
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 08 00 9759

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

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

05-11-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 879986	A	11-10-1961		KEINE		
US 4741364	A	03-05-1988	CA DE EP JP JP	1303457 C 3868145 D1 0294800 A2 1015584 A 2609289 B2		16-06-1992 12-03-1992 14-12-1988 19-01-1989 14-05-1997
DE 3607063	A1	25-09-1986	DD HU PL YU	243967 A5 41100 A2 152370 B1 36686 A1		18-03-1987 30-03-1987 31-12-1990 31-08-1990

**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 Nicht-Patentliteratur**

- **H. Ebertshäuser ; S. Helduser.** Fluidtechnik von A bis Z. Vereinigte Fachverlage, 1995, 268-269 **[0002]**