

<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : F15B 11/04</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/21484</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Mai 1998 (22.05.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02421</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Oktober 1997 (20.10.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 296 22 693.9 11. November 1996 (11.11.96) DE 197 07 722.6 26. Februar 1997 (26.02.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN REXROTH AG [DE/DE]; Jahnstraße 3-5, D-97816 Lohr (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KNÖLL, Burkhard [DE/DE]; Tulpenweg 1, D-97816 Lohr (DE). RÜB, Win- fried [DE/DE]; Am Michaelsberg 16, D-97845 Neustadt (DE).</p> <p>(74) Anwalt: KUHLEN, WACKER & PARTNER; Alois-Steinecker-Strasse 22, D-85354 Freising (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, PL, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: VALVE SYSTEM AND MANUFACTURE OF SAME

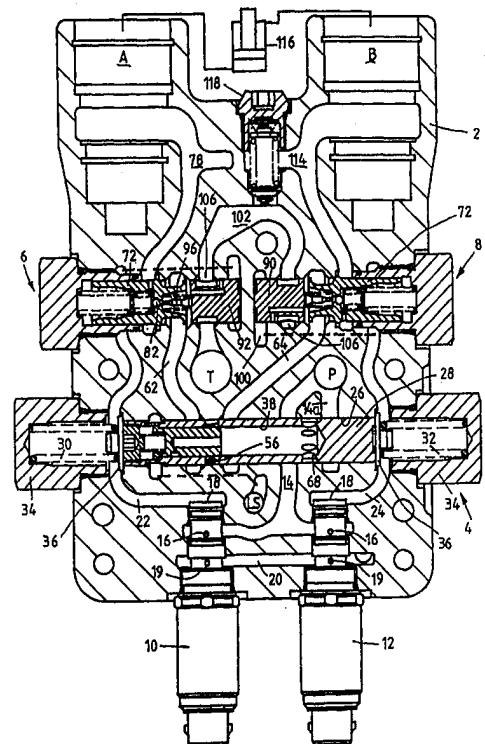
(54) Bezeichnung: VENTILANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINER DERARTIGEN VENTILANORD-
NUNG

(57) Abstract

The present invention pertains to a valve system designed to drive a consuming element (116) as well as to the production process, characterized in that an oil inlet and a regulating nozzle (6, 8) can be actuated independantly of each other. When using simply operating consuming elements, the regulating nozzle (6) is actuated in such a way that, once the desired rate of hydraulic oil is reached, the opening section of the regulating nozzle (6) is at a maximum, resulting in a substantially reduced loss of energy (120).

(57) Zusammenfassung

Offenbart ist eine Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers (116) und ein Verfahren zur Ansteuerung der Ventilanordnung, bei denen eine Zulauf-Drosseleinrichtung (4) und eine Ablauf-Drosseleinrichtung (6, 8) unabhängig voneinander steuerbar sind. Bei einfach wirkenden Verbrauchern wird die Ablauf-Drosseleinrichtung (6) derart angesteuert, dass bei Erreichen des gewünschten Hydrauliköl-Volumenstromes der Öffnungsquerschnitt der Ablaufdrossel (6) maximal ist, so dass die Energieverluste in der Ablaufleitung (120) auf ein Minimum reduziert sind.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

BeschreibungVentilanordnung und Verfahren zur Ansteuerung
einer derartigen Ventilanordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Verfahren zur Ansteuerung einer derartigen Ventilanordnung.

10

Derartige Ventilanordnungen werden in der Mobilhydraulik zur Ansteuerung von einfach und doppelt wirkenden Verbrauchern, wie beispielsweise Hydromotoren bzw. Krafthebern verwendet. Dabei ist in den zum Verbraucher führenden Arbeitsleitungen, d.h. in der Zulaufleitung und in der Ablaufleitung jeweils eine Drosseleinrichtung geschaltet, über die der zu- oder ablaufende Hydraulikölvolumenstrom drosselbar ist.

15
20

In den Figuren 1 bis 3, auf die bereits hier Bezug genommen sei, sind einige Anwendungsbeispiele für derartige bekannte Drosseleinrichtungen dargestellt.

25

Figur 1 zeigt eine Ventilanordnung zur Ansteuerung eines doppelt wirkenden Verbrauchers, der beispielsweise ein Hubzylinder 200 sein kann. An den Zylinderraum und den Ringraum des Hubzylinders 200 ist eine Arbeitsleitung 206 bzw. 208 angeschlossen. Zum Ausfahren des Hubzylinders 200 wird das Hydrauliköl über die Arbeitsleitung 206 dem Hubzylinder 200 zugeführt, wobei das aus dem Ringraum verdrängte Hydrauliköl durch die als Ablaufleitung wirkende Arbeitsleitung 208 zum Tank zurückgeführt wird.

30
35

Zur Drosselung des Hydraulikölzulaufes und -ablaufes sind in den beiden Arbeitsleitungen 206 und 208 zwei Ventildrosseln 210, 212 angeordnet, deren Ventilglieder mechanisch gekoppelt sind. Das Verhältnis der Zulauf- und Ablauföffnung der Ventildrosseln ist durch die mechanische Kopplung der Öffnungskanten des gemeinsamen Ventilschiebers vorgegeben, so daß sich einer bestimmten Einstellung der Ventildrossel 210 auch ein Druckverlust Δp_2 in der Ablaufleitung (Arbeitsleitung 208) einstellt. Dieser Druckverlust ist insbesondere beim Anschluß von einfach wirkenden Verbrauchern unerwünscht, da er keine sinnvolle Funktion darstellt. Der Druckverlust führt zu Energieverlusten, zu einem Aufheizen des Hydrauliköls und gegebenenfalls zu einem vorzeitigen Verschleiß der Ventildrossel.

In Figur 2 ist eine Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Lüftermotors 214 dargestellt. Bei dieser Variante werden zwei unabhängig voneinander dosierbare Ventildrosseln 210, 212 verwendet, die bei einem Motor mit zwei Drehrichtungen jeweils zur Drosselung des Hydraulikölvolumenstromes in der Zulaufleitung verwendet werden können. Bei Verwendung eines Motors mit einer Drehrichtung erzeugt die Ablaufdrosselung - in diesem Fall die Ventildrossel 212 in der Ablaufleitung 208 - unnötige Druckverluste, so daß bei einer derartigen Ventilanordnung ebenfalls die vorstehend genannten Nachteile vorliegen.

Figur 3 zeigt eine Anwendung, bei der ein Hubzylinder 200 zum Heben oder Senken eines Auslegers 215 eines Hebewerkzeugs 216 verwendet wird. Zum Anheben der Last m wird der Zylinderraum des Hubzylinders 200 mit Hydrauliköl versorgt, so daß der Zylinder ausfährt und der Ausleger 215 in der Darstellung nach Figur 3 nach oben bewegt wird. Das sich im Ringraum befindliche Hydrauliköl wird

durch die Ausfahrbewegung verdrängt und zum Tank zurückgeführt. Durch die am Ausleger 215 ziehende Last m wirkt eine resultierende Kraft auf den Hubzylinder 200, die bei waagrecht verlaufendem Ausleger 215 maximal ist und mit Verschwenkung des Auslegers 215 aus dieser
5 Horizontalposition abnimmt. Je weiter der Ausleger 215 zur Horizontalposition absinkt, um so mehr erhöht sich das Gewicht auf der Ablaufseite des Hubzylinders 200, so daß dieser in der Darstellung nach Figur 3 nach unten gedrückt wird. Durch den ansteigenden Ablaufvolumenstrom Q2 kann in der Zulaufleitung, die weiterhin mit einem Zulaufvolumenstrom Q1 beaufschlagt ist, Kavitation auftreten, die die Bauelemente der Ventilanordnung in höchstem Maße beansprucht und auch zu Instabilitäten bei
10 der Steuerung führen kann. Zu diesem Zweck ist es ebenfalls erforderlich, die Ablaufdrosselung an die Hebeverhältnisse der Hubvorrichtung anzupassen. Eine derartige Ablaufdrosselung erzeugt bei bestimmten Betriebsbedingungen Druckverluste, die aus den oben genannten Gründen nicht akzeptabel sind.
20

Um derartige unnötige Druckverluste zu vermeiden, hat man beispielsweise bei Motoranwendungen für Ackerschlepper sogenannte "drucklose Tankrückführungen" zur Verfügung gestellt, die an die Ablaufseite des Motors mittels einer Schnellkupplung angeschlossen werden und über die die Ablaufdrossel umgangen werden kann. Nachteilig bei einer derartigen Hilfskonstruktion ist, daß das Fahrzeug mit einem eigenen Tankstutzen mit Schnellkupplung versehen werden muß und daß die Bedienperson die drucklose Tankrückführung manuell anschließen muß. Eine derartige Hilfskonstruktion ist nur dann sinnvoll anwendbar, wenn der jeweilige Betriebszustand über längere Zeit aufrechterhalten werden soll. Bei einer Änderung der Verbraucheransteuerung, beispielsweise einem Wechsel der
30 Drehrichtung des Motors etc., müssen Anschlüsse umge-
35

steckt werden, so daß der Bedienungsaufwand erheblich ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu-
5 grunde, eine Ventilanordnung und ein Verfahren zur Steue-
rung einer Ventilanordnung zu schaffen, bei denen mit
minimiertem vorrichtungstechnischen Aufwand die
Energieverluste im Ablauf von einem Verbraucher auf ein
Minimum reduzierbar sind.

10

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung durch
die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich des
Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruches 7 ge-
löst.

15

Durch die Maßnahme, die Ventilanordnung mit Drossel-
einrichtungen in der Zulauf- und Ablaufleitung auszu-
führen und diese derart auszulegen, daß sie unabhängig
von einer Zulaufdrossel ansteuerbar sind, kann die
20 jeweils als Ablaufdrossel wirkende Drosseleinrichtung
beim Anschluß von einfach wirkenden Verbrauchern, etc.
auf einen maximalen Durchströmungsquerschnitt eingestellt
werden, so daß die Druckverluste im Ablauf minimiert
sind. Der Hydraulikölvolumenstrom wird dabei über ein als
25 Zulaufdrossel wirkendes Wegeventil eingestellt.

Bevorzugt wird es, die Drosseleinrichtung mit zwei
Funktionen zu versehen, wobei sie in der einen Funktion
als entsperresbares Rückschlagventil wirkt und in der ande-
30 ren Funktion mittels einer zusätzlichen Dosierkante zur
Drosselung des Zulauf- oder Ablaufvolumenstromes benutzt
werden kann.

Eine besonders einfache Ansteuerung der Drosselein-
35 richtung und des als Zulaufdrossel wirkenden Wegeventils
erhält man, wenn eine Steuerseite des Wegeventils und

eine der Drosseleinrichtungen jeweils mit dem gleichen Steuersignal beaufschlagt werden.

Die Drosseleinrichtung kann als Wegeventil mit einer
5 Rückschlagschaltstellung und mehreren stetig verstellbaren Durchflußstellungen oder als Drosseleinrichtung mit getrennten Funktionselementen, wie beispielsweise mit Hauptkegel und Aufstoßkolben ausgebildet werden, die mechanisch miteinander gekoppelt sind.

10

Zur Ansteuerung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung haben sich drei Varianten als besonders vorteilhaft herausgestellt.

15

Bei der ersten Variante wird zunächst nur der Steuerdruck für die ablaufseitige Drosseleinrichtung erhöht, während der andere Steuerdruck für die zulaufseitige Drosseleinrichtung konstant - vorzugsweise bei Null - gehalten wird. Der erste Steuerdruck wird solange erhöht
20 bis sich eine vorbestimmte Steuerdruckdifferenz einstellt, über die das als Zulaufdrossel wirkende Wegeventil in eine vorbestimmte Position bewegbar ist, um den Hydraulikölvolumenstrom einzustellen. Anschließend werden beide Steuerdrücke unter Beibehaltung der Steuerdruckdifferenz erhöht bis der Steuerdruck zur Ansteuerung
25 der ablaufseitigen Drosseleinrichtung einen Maximalwert erreicht, in dem diese vollständig aufgesteuert ist.

Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, daß die ablaufseitige Drosseleinrichtung vollständig aufgesteuert
30 ist und somit einen minimalen Druckverlust erzeugt, wobei sich an der Zulaufdrossel (Wegeventil) eine beliebige Druckdifferenz einstellen läßt.

35

Bei einem alternativen Verfahren werden die Steuerdrücke für die ablaufseitige Drosseleinrichtung und die

zulaufseitige Drosseleinrichtung gleichzeitig erhöht, wobei der erstgenannte Steuerdruck schneller als der letztgenannte Steuerdruck gesteigert wird. Diese Erhöhung der beiden Steuerdrücke erfolgt solange, bis sich die
5 vorbestimmte Druckdifferenz eingestellt hat und der Steuerdruck für die ablaufseitige Drosseleinrichtung vollständig aufgesteuert ist, so daß diese wiederum mit minimalem Druckverlust durchströmt wird.

10 Bei einem weiteren Alternativverfahren werden zunächst beide Steuerdrücke auf ihren Maximalwert gebracht und dann der Steuerdruck für die zulaufseitige Drossel-
einrichtung abgesenkt, bis sich die vorbestimmte Steuer-
druckdifferenz am Wegeventil einstellt. Auch bei dieser
15 Variante ist gewährleistet, daß die ablaufseitige Drosseleinrichtung bei Einstellung der Steuerdruckdiffe-
renz vollständig aufgesteuert ist.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung
20 sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher
erläutert. Es zeigen:

25

Figur 1 eine bekannte Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers mit einer Zulauf- und einer Ablauf-
drosselung;

30

Figur 2 eine bekannte Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Lüfterantriebes mit einer Drehrichtung;

35

Figur 3 eine bekannte Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Hebeegerätes;

Figur 4 eine stark vereinfachte Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Ventilanordnung;

Figur 5 eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung;

Fig. 6 eine Teildarstellung der Ventilanordnung aus Figur 5;

Figur 7 einen vereinfachten Hydraulikschaltplan der Ventilanordnung aus Figur 5;

Figur 8 einen Hydraulikschaltplan einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ventilanordnung;

Figur 9 ein Diagramm zur Erläuterung der Ansteuerung der erfindungsgemäßen Ventilanordnungen nach einem ersten Verfahren;

Figur 10 ein Diagramm zur Erläuterung der Ansteuerung der erfindungsgemäßen Ventilanordnungen nach einem zweiten Verfahren und

Figur 11 ein Diagramm zur Erläuterung der Ansteuerung der erfindungsgemäßen Ventilanordnungen nach einem dritten Verfahren.

In Figur 4 ist die Logik einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers 116 dargestellt. An diesen sind zwei Arbeitsleitungen als Zulauf- und Ablaufleitungen angeschlossen, in denen jeweils eine Drosseleinrichtung 6 zur Steuerung des Volumenstromes angeordnet sind, so daß der Volumenstrom des Hydrauliköls zum und/oder vom Verbraucher einstellbar ist. Bei einem doppelt wirkenden Verbraucher werden die beiden Drosseleinrichtungen 6 derart angesteuert, daß der

Volumenstrom der Zulaufleitung Q1 gleich dem Volumenstrom in der Ablaufleitung Q2 ist. Die Ansteuerung erfolgt über Steuersignale 1, 2, die von einer nicht gezeigten Steuereinrichtung abgegeben wird. Die erfindungsgemäße
5 unabhängige Zulauf- und Ablaufsteuerung ermöglicht es, beim Anschluß von einfach wirkenden Verbrauchern die Drosseleinrichtung 6 in der Ablaufleitung vollständig zu öffnen, so daß der Druckverlust in der Ablaufleitung und damit auch ein Aufheizen des Hydrauliköls und ein
10 Verschleiß der Bauelemente auf ein Minimum reduziert ist.

In den Figuren 5 und 6 wird ein konkretes Ausführungsbeispiel für eine derartige Ventilanordnung zur Ansteuerung von einfach und doppelt wirkenden Verbrau-
15 chern dargestellt. Eine derartige Ventilanordnung ist in der Voranmeldung 196 46 443.9 der Anmelderin beschrieben, deren Offenbarung zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung zu zählen ist.

20 Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung durch eine Ventilanordnung, die in Scheibenbauweise ausgeführt ist. Die Ventilscheibe oder -platte bildet ein Ventilgehäuse 2, in dem Aufnahmebohrungen für ein stetig verstellbares Wegeventil 4 und zwei Drosseleinrichtungen 6, 8
25 ausgebildet sind.

Die beiden Drosseleinrichtungen 6, 8 sind entlang einer gemeinsamen Achse angeordnet, die im Parallelabstand zur Achse des Wegeventils 4 verläuft.

30

In das Ventilgehäuse 2 sind des weiteren noch zwei Pilotventile 10, 12 in Patronenbauweise eingeschraubt, über die das Wegeventil 4 und die beiden Drosseleinrichtungen 6, 8 ansteuerbar sind. Bei diesen Pilotventilen
35 10, 12 handelt es sich beispielsweise um elektrisch betätigbare Druckminderventile, über die der Druck an

einem Pumpenanschluß P, der über einen Pumpenkanal 14 zu Radialanschlüssen 16 der Pilotventile 10, 12 geführt ist, auf einen Systemdruck am axialen Ausgangsanschluß 18 des jeweiligen Pilotventils 10, 12 reduzierbar ist. Jedes Pilotventil 10, 12 hat des weiteren noch einen Radialanschluß 19, der in einen Tankkanal 20 mündet, über den überschüssiges Hydraulikfluid zu einem Tankanschluß T zurückführbar ist.

10 Der Ausgangsanschluß 18 jedes Pilotventils 10, 12 mündet in einen Steuerkanal 22 bzw. 24, die in einer Ventilbohrung 26 münden, in der ein Ventilschieber 28 des Wegeventils 4 geführt ist. Die beiden Steuerkanäle 22, 24 münden beidseitig der Ventilschieberstirnseiten, so daß
15 diese mit dem Druck im jeweiligen Steuerkanal 22, 24, d.h. mit dem Ausgangsdruck des Pilotventils 10 bzw. 12 beaufschlagt sind.

Der Ventilschieber 28 ist des weiteren durch zwei auf
20 die Stirnseiten wirkende Druckfedern 30, 32 in seine dargestellte Nullposition vorgespannt. Die Ventildruckfedern sind an der Innenbohrung von Verschlußkappen 34 abgestützt, die in das Ventilgehäuse 2 eingeschraubt sind und somit den Axialabschluß der Ventilbohrung 26 bilden. Das andere
25 Ende der Druckfedern 32, 34 liegt jeweils an einem Federteller 36 an, der in der dargestellten Nullstellung mit einem Umfangsabschnitt an einer Gehäuseschulter abgestützt ist.

30 Der Detailaufbau des Wegeventils 4 und einer Drossel- einrichtung 6 wird im folgenden anhand Fig. 6 erläutert, die diese Bauelemente in vergrößerter Darstellung zeigt.

In den in Fig. 6 linken Endabschnitt des Ventilschiebers 28 ist eine sacklochförmige Innenbohrung 38 einge-
35 bracht, in der ein Druckwaagenkolben 40 axial verschieb-

bar geführt ist. In der in Fig. 6 gezeigten Nullstellung liegt der Druckwaagenkolben 40 - im folgenden Kolben 40 genannt - mit einem Radialbund 42 an einer Anlageschulter 46 der Innenbohrung 38 an. Der Kolben 40 ist durch eine
5 Steuerfeder 44 in Richtung dieser Anlageposition vorgespannt. Die Steuerfeder 44 ist ihrerseits an einer Abschlußschraube 46 abgestützt, die in den Ringmantel des Ventilschiebers 28 eingeschraubt ist und die gemeinsam mit der Ringmantelstirnfläche die Anlagefläche für den
10 Federteller 36 (links in Fig. 6) bildet. Der Kolben 40 hat eine Verbindungsbohrung mit einer Axial-Sacklochbohrung und einer Radialdrosselbohrung, die am Außenumfang des Kolbens 40 mündet.

15 Im Bereich des Radialbundes 42 ist im Ringmantel des Ventilschiebers 28 eine Ausgleichsbohrung 52 ausgebildet, die in einen Steuerringraum 54 mündet, der über eine gestrichelt angedeutete Leitung mit einem Steueranschluß LS verbunden ist, so daß im Federraum ein dem Lastdruck ent-
20 sprechender Steuerdruck anlegbar ist.

Im mittleren Bereich des Ventilschiebers 28 ist ein Ausgangsbohrungsstern 56 ausgebildet, dem zwei Ringräume 58 und 60 zugeordnet sind, die mit Verbindungskanälen 62
25 bzw. 64 verbunden sind. Diese Verbindungskanäle 62, 64 sind zu Eingangsanschlüssen der Drosseleinrichtungen 6 bzw. 8 geführt. Die Ringräume 58, 60 sind mit Anphasungen 66 versehen, die bei einer Axialverschiebung des Ventilschiebers 28 eine Feinaufsteuerung des Ausgangsbohrungssterns 56 ermöglichen. Die Axiallänge des Kolbens 40
30 ist derart gewählt, daß in der Nullposition (Fig. 6) der Ausgangsbohrungsstern 56 durch den rechten Endabschnitt des Kolbens 40 verschlossen ist. Die Radialdrosselbohrung 50 ist dann durch die Innenumfangswandung der
35 Innenbohrung 38 verschlossen.

Im Bereich des inneren Endabschnitts der Innenbohrung 38 mündet ein Eingangsbohrungsstern 68, der in der Nullstellung durch einen Steg 70 verschlossen ist, der zwischen dem Pumpenkanal 14 und einem Pumpenzweigkanal 14a ausgebildet ist. Die beiden Pumpenkanäle 14, 14a verlaufen etwa in Radialrichtung zur Ventilbohrung 26. Die Innenbohrung 38 ist im Bereich des Steges 70 wiederum mit Anphasungen 66 zur Feinsteuerung versehen.

10 Durch den Eingangsbohrungsstern 68 und die Pumpenkanäle 14, 14a mit den entsprechenden Ringräumen wird eine verstellbare Meßblende ausgebildet, während durch den Kolben 40 und den Ausgangsbohrungsstern 56 eine Meßdrossel ausgebildet ist, über die der Systemdruck stromabwärts der Meßblende auf den Lastdruck in den Verbindungskanälen 62 bzw. 64 abgedrosselt wird. Durch das Hintereinanderschalten der Meßblende und der Meßdrossel ist gewährleistet, daß der Druckabfall über der Meßblende (Eingangsbohrungsstern 68) unabhängig vom Druck in den 20 Verbindungskanälen 62, 64 konstant bleibt.

Wie bereits eingangs erwähnt sind die Federräume der Druckfedern 30, 32 mit den Steuerkanälen 22 bzw. 24 verbunden, so daß an den Stirnseiten der Steuerdruck herrscht. 25

Die beiden Drosseleinrichtungen 6, 8 haben einen identischen Aufbau, so daß der Einfachheit halber lediglich die in Fig. 6 dargestellte Drosseleinrichtung 6 beschrieben wird. Diese hat einen Hauptkegel 72, der über eine Rückschlagfeder 74 mit einem kegelförmigen Abschnitt gegen einen Ventilsitz 76 gedrückt ist, so daß in dieser Schließstellung die Verbindung vom Verbindungskanal 62 zu einem Arbeitskanal 78 unterbrochen ist.

35

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Hauptkegel 72 mit einer Voröffnung 80 ausgebildet, die mit einer Kugel 82 verschlossen ist, die über die Rückschlagfeder 74 und einen Federteller gegen einen Voröffnungssitz gedrückt wird. In dem Federraum der Rückschlagfeder 74 mündet eine Drosselbohrung 84, die ihrerseits im Arbeitskanal 78 mündet. An dem in Fig. 6 rechten Endabschnitt ist ein nabenförmiger Vorsprung 86 ausgebildet, an dessen Außenumfang eine Ringnut 88 vorgesehen ist. Die Innenbohrung des nabenförmigen Vorsprungs 86 läuft konisch hin zur Voröffnung 80 zu.

Die Ringstirnfläche 90 des Vorsprungs 86 dient als Anlagefläche für einen Aufstoßkolben 92, der koaxial zum Hauptkegel 72 in einer Aufnahmebohrung 94 geführt ist. An seinem zum Hauptkegel 72 benachbarten Endabschnitt hat der Aufstoßkolben 92 einen Stößel 96, der in die Innenbohrung des nabenförmigen Vorsprungs 86 eintaucht und dessen Endabschnitt einen geringeren Durchmesser als die Voröffnung 80 hat, so daß der Stößel 96 auch in diese Voröffnung 80 eintauchen kann. Der Aufstoßkolben 92 ist über eine Feder 98 gegen die Stirnseite eines Ringraumes 100 der Aufnahmebohrung 94 vorgespannt. In dieser Anschlagposition besteht ein vorbestimmter Spalt zwischen der Ringstirnfläche 90 und der benachbarten Stirnfläche des Aufstoßkolbens 92, die größer ist als der Abstand des Endabschnittes des Stößels 96 zum Außenumfang der Kugel 82.

Am Außenumfang des Aufstoßkolbens 92 sind im Bereich eines in der Aufnahmebohrung 94 mündenden Tankkanals 102 mehrere über den Umfang verteilte Ausnehmungen 104 ausgebildet, über die bei einer Axialverschiebung des Aufstoßkolbens 92 der Tankkanal 102 mit dem Arbeitskanal 62 verbindbar ist, der über einen Ringraum 109 in der Aufnahmebohrung 94 mündet.

Im Aufstoßkolben 92 ist des weiteren eine Entlastungsbohrung ausgebildet, deren Axialabschnitt 108 in der - gemäß Fig. 6 - linken Stirnseite mündet und die über einen Radialabschnitt 110 zwischen dem Ringraum 106 des Tankkanals 102 und dem Ringraum 100 mündet (Grundstellung). Der Ringraum 106 des Tankkanals 102 ist wiederum mit Feinststeuerphasen 107 versehen. Der Axialabschnitt 108 mündet radial innerhalb der Ringstirnfläche in die Innenbohrung des Vorsprungs 86.

Wie Fig. 6 weiterhin entnehmbar ist, ist der linke Teil des Hauptkegels 72 in der Innenbohrung eines Verschlußstopfens 112 geführt, der in den linken Endabschnitt der Aufnahmebohrung für das Rückschlagventil eingeschraubt ist. Der Steuerkanal 22 ist von der linken Stirnseite des Ventilschiebers 28 bis in den Bereich des Verschlußstopfens 112 und von dort - wie gestrichelt angedeutet - bis zum Ringraum 100 verlängert, so daß in diesem der vom Pilotventil 10 aufgebrachte Steuerdruck einstellbar ist, der den Aufstoßkolben 92 entgegen der Kraft der Feder 98 beaufschlagt.

Wie aus Fig. 5 entnehmbar ist, ist der Tankkanal 102 zum Ringraum 106 der (rechten) Drosseleinrichtung 8 geführt und der Ringraum 100 über den gestrichelt ange deuteten Kanal mit dem Steuerkanal 24 verbunden, so daß der Aufstoßkolben 92 der Drosseleinrichtung 8 durch den durch das Pilotventil 12 aufgebrachten Steuerdruck in Richtung zum Hauptkegel 72 beaufschlagt ist, während der Aufstoßkolben 92 der Drosseleinrichtung 6 durch das Pilotventil 10 angesteuert wird.

Bei abgehobenem Hauptkegel 72 der Drosseleinrichtung 8 wird eine Verbindung zu einem Arbeitskanal 114 aufgesteuert, der zu einem Arbeitsanschluß B der Ventilanord-

nung geführt ist. Der Arbeitskanal 78 der Drosseleinrichtung 6 ist zu einem Arbeitsanschluß A geführt. Die beiden Anschlüsse A, B können an einen Verbraucher, beispielsweise an den Zylinderraum bzw. den Ringraum eines Hubzylinders 116 angeschlossen werden. Der Anschluß
5 kann beispielsweise über Schlauchkupplungen erfolgen.

Zwischen dem Tankkanal 102 und dem Arbeitskanal 114 ist ein Verbindungskanal vorgesehen, in den ein herkömmliches Rückschlagventil 118 geschaltet ist, das bei einem
10 übermäßigen Druckaufbau im Tank T eine Strömung vom Tankkanal 102 zum Arbeitskanal 114 ermöglicht, eine umgekehrte Durchströmung jedoch verhindert.

15 Die Funktion der in den Figuren 5 bis 6 dargestellten Ventilanordnung soll im folgenden kurz erläutert werden.

Zum Ausfahren des Hubzylinders 116 muß der Zylinder-
raum über den Arbeitsanschluß A mit Hydraulikfluid ver-
20 sorgt werden. Dazu werden die Pilotventile 10 und 12 bestromt, so daß eine Steuerdruckdifferenz aufgebaut wird, deren Resultierende auf die in Fig. 5 rechte Stirnseite des Ventilschiebers 28 wirkt, so daß der Ventilschieber 28 gegen die Spannung der Druckfeder 30
25 nach links verschoben und der Eingangsbohrungsstern 68 aufgesteuert und Hydraulikfluid vom Pumpenkanal 14 in die Innenbohrung 38 eintreten kann. Der über das Pilotventil 10 aufgebrachte Steuerdruck ist beispielsweise so gering, daß die Drosseleinrichtung 6 in ihrer Rückschlagposition
30 verbleibt. Durch den Pumpendruck wird der Kolben 40 von seiner Anschlagposition abgehoben, so daß der Ausgangsbohrungsstern 56 gegen die Kraft der Steuerfeder 44 und den Lastdruck aufgesteuert wird, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der Kolbenfederseite und der Vor-
35 derseite (rechts in Fig. 5) einstellt. Das Hydraulikfluid kann nun von der Innenbohrung 38 durch den aufgesteuerten

Ausgangsbohrungsstern 56 hindurch in den Verbindungskanal 62 eintreten, so daß der Hauptkegel 72 in Öffnungsrichtung - d.h. gegen die Kraft der Rückschlagfeder 74 - beaufschlagt wird. Bei hinreichendem Pumpendruck -
5 oder genauer gesagt Ausgangsdruck an der Druckwaage - wird der Hauptkegel 72 von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß das Hydraulikfluid durch den Arbeitskanal 78 zum Anschluß A und von dort in den Zylinderraum des Hubzylinders 116 strömen kann.

10

Durch den Druckaufbau im Zylinderraum wird Hydraulikfluid aus dem Ringraum des Hubzylinders 116 verdrängt, das über den Anschluß B und den Arbeitskanal 114 zur Drosseleinrichtung 8 geführt wird.

15

Der bei der Bestromung des Pilotventils 12 entstehende Steuerdruck herrscht auch im Ringraum 100 und somit an der Rückseite des Aufstoßkolbens 92, so daß dieser gegen die Kraft der Feder 98 (Fig. 6) in der Darstellung
20 nach Fig. 5 nach rechts bewegt wird. Nach einem vorbestimmten Hub gelangt der Stößel 96 des Aufstoßkolbens 92 in Anlage an die Kugel 82, so daß diese gegen die Vorspannung der Rückschlagfeder 74 von ihrem Sitz abgehoben wird. Der Hauptkegel 72 liegt noch an seinem Sitz an.
25 Durch die Axialbewegung des Aufstoßkolbens 92 wird der Radialabschnitt 110 der Ausgleichsbohrung durch die Steuerkante des Ringraumes 106 aufgesteuert, so daß in der Ausgleichsbohrung und in der Bohrung des Vorsprunges 86 der Tankdruck herrscht.

30

Da die Drosselbohrung 84 einen wesentlich geringeren Durchmesser als die Voröffnung 80 aufweist, baut sich der Druck im Federraum der Rückschlagfeder 74 ab, da durch die kleine Drosselbohrung 84 nicht schnell genug
35 Hydraulikfluid aus dem Arbeitskanal 114 nachströmen kann. Dadurch wird die Federseite des Hauptkegels 72 entlastet.

Aufgrund der Wirkung des Steuerdrucks wird der Aufstoßkolben 92 bei geöffneter Kugel 82 in seine Anschlagposition gegen den Vorsprung des Hauptkegels 72 bewegt, so daß letzterer vom Aufstoßkolben 92 mitgenommen und von seinem Ventilsitz abgehoben wird. In dieser Anschlagstellung liegen die Stirnseite des Aufstoßkolbens 92 und die Ringstirnfläche 90 des Hauptkegels 72 dichtend aneinander, so daß die Innenbohrung des Vorsprungs 86 gegenüber dem Außenumfang abgedichtet ist.

10

Durch die Axialverschiebung des Aufstoßkolbens 92 und des daran anliegenden Hauptkegels 72 wird der Arbeitskanal 114 über die Ringnut 88 mit dem Ringraum 109 verbunden, der wiederum über die Ausnehmungen 104 mit dem Tankkanal 102 verbunden ist, wobei letztere Verbindung durch die Ausnehmungen 104 aufgesteuert wird. Das Hydraulikfluid kann nun vom Arbeitskanal 114 in den Tankkanal 102 und damit zum Tankanschluß T zurückströmen.

20

Das Ausfahren des Hubzylinders 116 wird beendet, indem das Pilotventil 12 stromlos geschaltet wird, so daß beide Hauptkegel 72 der Drosseleinrichtung 6, 8 wieder in ihre Schließposition zurückbewegt werden und das Hydraulikfluid leckölfrei zwischen den Drosseleinrichtungen 6, 8 und dem Hubzylinder 116 eingespannt ist.

25

In Figur 7 ist das Grundschemata der Ventilkonstruktion gemäß den Figuren 5 und 6 dargestellt, wobei die einzelnen Ventilelemente (Drosseleinrichtungen 6, Wegeventil 4) als stark vereinfachte Symbole dargestellt sind, die in vielfältiger Weise ausgeführt werden können.

30

Das Wegeventil 4 ist mit zwei Ausgangsanschlüssen A, B und einem Pumpenanschloß P ausgeführt, an den eine Hydraulikpumpe 124 angeschlossen ist. An die beiden Arbeitsanschlüsse A, B sind zum Verbraucher 116 führende

35

Arbeitsleitungen 120 bzw. 122 angeschlossen, in denen jeweils eine der identisch aufgebauten Drosseleinrichtungen 6 angeordnet sind. Wie in Figur 7 angedeutet ist, wird durch jede der Drosseleinrichtungen 6 ein Rückschlagventil realisiert, das eine zusätzliche Dosierkante zur Einstellung des Hydraulikölvolumenstromes hat. Bei dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten konkreten Ausführungsbeispiel wird das Rückschlagventil praktisch durch den Hauptkegel 72 gebildet und die Dosierkante durch Zusammenwirken des Aufstoßkolbens 92 mit dem Hauptkegel 72. Die mechanische Kopplung des Aufstoßkolbens 92 mit dem Hauptkegel 72 ist in Figur 7 schematisch angedeutet.

An die in Figur 7 linke Steuerseite des als Proportionalventil ausgeführten Wegeventils 4 ist ein Steuersignal anlegbar, das auch an die Steuerseite des durch die Rückschlagfeder 74 in seine Rückschlagposition vorgespannte Drosseleinrichtung 6 anlegbar ist. Entsprechend wird an die andere Steuerseite des Wegeventils 4 ein zweites Steuersignal angelegt, das auch zur Steuerseite der ablaufseitigen Drosseleinrichtung 6 geführt ist. Die Steuersignale können beispielsweise Vorsteuerdrücke p_1 , p_2 sein. Selbstverständlich können anstelle von Steuerdrücken auch elektrische Signale verwendet werden.

Bei Anlegen einer Druckdifferenz $p_2 - p_1$ wird der Ventilschieber des Wegeventils 4 aus der mit (0) gekennzeichneten Mittel-Sperrstellung in eine der mit (b) bezeichneten Durchflußstellungen gebracht, in denen die Anschlüsse P und A miteinander verbunden sind. Der Steuerdruck p_1 ist dabei so gewählt, daß die Drosseleinrichtung 6 in der in Figur 7 gezeigten Rückschlagposition verbleibt. Durch den höheren Signaldruck p_2 wird die Drosseleinrichtung 6 in der Arbeitsleitung 122

(ablaufseitig) aus der Rückschlagposition in die Drosselposition gebracht, in der durch die zusätzliche Dosierkante eine Drosselung des ablaufenden Volumenstromes erfolgen kann. Bei einfach wirkenden Verbrauchern 116 ist
5 beispielsweise eine Steuerung des Volumenstromes in der Ablaufleitung-Arbeitsleitung 122 nicht erforderlich, so daß nach dem erfindungsgemäßen Verfahren der Steuerdruck p_2 derart gewählt wird, daß die ablaufseitige Drossel-
einrichtung 6 in eine Durchflußstellung mit maximalem
10 Öffnungsquerschnitt gebracht wird und somit die Druckverluste in der Ablauf-Arbeitsleitung 122 auf ein Minimum reduziert sind.

Das Verfahren zur Ansteuerung der erfindungsgemäßen
15 Ventilanordnung wird im folgenden noch näher erläutert.

In Figur 8 ist die Ventillokik eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung dargestellt. Diese Ventilanordnung unterscheidet sich von
20 der in Figur 7 dargestellten Ventilanordnung lediglich im prinzipiellen Aufbau der Drosseleinrichtungen 6. Bei dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel war jede Drosseleinrichtung 6 durch eine Rückschlagventilanordnung und eine die zusätzliche Dosierkante realisierende
25 Ventilanordnung gebildet, die miteinander mechanisch gekoppelt waren. Bei dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Drosseleinrichtung 6 durch ein stetig verstellbares Wegeventil realisiert, das in einer mit (f) gekennzeichneten Endposition als Rückschlagventil
30 wirkt, das eine Rückströmung vom Verbraucher zum Wegeventil 4 verhindert. In der mit (e) gekennzeichneten Durchflußstellung erfolgt eine Drosselung des Hydraulikölvolumenstromes in den Arbeitsleitungen 120 bzw. 122 und in der mit (d) bezeichneten Endposition ist
35 der Ventilschieber der Drosseleinrichtung 6 in einer Stellung, in der der Öffnungsquerschnitt einen Maxi-

malwert annimmt, so daß das Hydrauliköl mit minimalen Energieverlusten vom Verbraucher 116 zum Tank T rückströmen kann. Die sonstigen Bauelemente der in Figur 8 dargestellten Ventilanordnung entsprechen der in Figur 7 dargestellten Konstruktion, so daß auf eine Beschreibung der weiteren Bauelemente verzichtet werden kann. Die beiden Drosseleinrichtungen 6 sind durch die Rückschlagfeder 74 in ihre Rückschlagstellung vorgespannt. Sobald durch den Steuerdruck p_1 , p_2 auf die Steuerseite der Drosseleinrichtung 6 eine Kraft aufgebracht wird, die die Rückschlagfederkraft übersteigt, wird der Ventilschieber der Drosseleinrichtung 6 in seine mit (d) und (e) gekennzeichneten Durchflußstellungen gebracht, die eine Rückströmung vom Verbraucher 116 zum Tank T ermöglichen.

Anhand der folgenden Figuren werden nunmehr mehrere Verfahren zur Ansteuerung der vorbeschriebenen Ventilanordnungen erläutert.

Figur 9 zeigt ein Diagramm, in dem die zulauf- und ablaufseitigen Volumenströme Q_A und Q_B sowie die an den Steuerseiten des Wegeventils 4 und an die Drosseleinrichtungen 6 angelegten Steuerdrücke p_1 , p_2 in Abhängigkeit von der Zeit t dargestellt sind. Da die Volumenströme Q_A und Q_B gleich sind, werden diese in dem Diagramm gemäß Figur 9 der Einfachheit halber mit Q zusammengefaßt. Gemäß dem in Figur 9 dargestellten Steuerverfahren wird der Steuerdruck p_2 für die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 in der Arbeitsleitung 122 zunächst innerhalb eines Zeitintervalls (t_1-t_0) stetig erhöht. Durch den angelegten Signaldruck p_2 wird der Ventilschieber des Wegeventils 4 in eine der mit (b) gekennzeichneten Durchflußstellungen gebracht, in der der Pumpenanschluß P mit dem Arbeitsanschluß A verbunden ist, so daß Hydrauliköl durch die Arbeitsleitung 120 zur zulauf-

seitigen Drosseleinrichtung 6 geführt wird. Da der Signaldruck p_1 in diesem Zeitintervall noch Null ist, verbleibt die Drosseleinrichtung 6 in ihrer Rückschlagstellung. Durch den angelegten Signaldruck p_2 wird die Vorspannung der Rückschlagfeder 74 der in der Arbeitsleitung 122 angeordneten ablaufseitigen Drosseleinrichtung 6 überwunden, so daß diese in eine ihrer Durchflußstellungen gebracht wird, in der eine Drosselung des Ablaufvolumenstromes erfolgt.

10

Dementsprechend steigen der Hydrauliköl-Volumenstrom Q und der Druckverlust Δp_B an der ablaufseitigen Drosseleinrichtung 6 an, wobei dieser Anstieg erst nach einer Zeit t^* erfolgt, in der der Steuerdruck p_2 einen Wert erreicht hat, bei dem die Kraft der Vorspannfeder des Wegeventils 4 überwunden werden kann, um den Wegeventilschieber zu verschieben.

Nach der Zeit t_1 wird der Steuerdruck p_2 zunächst auf konstantem Niveau gehalten, so daß sich ein gewünschter Volumenstrom Q einstellt. Entsprechend erfolgt in dem Zeitintervall $t_2 - t_1$ auch keine weitere Erhöhung des Druckverlustes Δp_B . Nach Einstellung eines konstanten Volumenstromes Q werden dann beide Steuerdrücke p_2 und p_1 mit einem identischen Druckgradienten erhöht, so daß die Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) unverändert bleibt. Diese Erhöhung der Steuerdrücke erfolgt, bis der Steuerdruck p_2 für die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 einen Maximalwert ($p_{2\max}$) erreicht hat. Bei diesem Steuerdruck ist der Öffnungsquerschnitt der Drosseleinrichtung 6 (Bild 7 oder Bild 8) maximal, so daß entsprechend der Druckverlust Δp_B auf einen Minimalwert absinkt. Dieser Minimalwert des Druckverlustes Δp_B wird nach einer Zeit t_3 erreicht, ab der die beiden Steuerdrücke p_2 und p_1 auf einem konstanten Niveau gehalten werden.

35

D.h., nach Ablauf der Zeit t_3 ist durch Anlegen der Druckdifferenz $p_2 - p_1$ der Volumenstrom Q über das Wegeventil 4 auf den gewünschten Wert eingestellt, die zulaufseitige Drosseleinrichtung 6 befindet sich in der
5 Rückschlagposition, die eine Rückströmung des Hydrauliköls vom Verbraucher 116 zum Wegeventil 4 verhindert und die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 ist vollständig geöffnet, so daß der Druckverlust Δp_B auf einen Minimalwert reduziert ist. Dabei ist jedoch darauf zu achten,
10 daß der Signaldruck p_1 für die zulaufseitige Drosseleinrichtung 6 auf einen Wert eingestellt wird, daß die an der Steuerseite wirkende Kraft kleiner ist als diejenige der Rückschlagfeder 74, so daß die zulaufseitige Drosseleinrichtung 6 in ihrer Rückschlagpo-
15 sition verbleibt.

Das in Figur 9 dargestellte Steuerverfahren ist für alle vorbeschriebenen Konstruktionsvarianten geeignet.

20 Bei den in den Figuren 5 bis 7 dargestellten Varianten, bei denen die Drosseleinrichtungen eine Rückschlagventilanordnung und eine zusätzliche, konstruktiv getrennte Dosierkante 92 aufweisen, die beispielsweise durch den Hauptkegel 62 und den Aufstoßkolben 92 realisiert werden, kann es vorkommen, daß bei Überschreiten
25 eines Signaldruckes p_1 die Dosierkante der zulaufseitigen Drosseleinrichtung 6 die Verbindung zum Tank T aufsteuert, so daß ein "Kurzschluß" erfolgt, in dem sowohl der Arbeitsanschluß A des Wegeventils als auch der Verbraucher mit dem Tank T verbunden sind. Ein derartiger Kurzschluß ist durch das in Figur 9 dargestellte Steuerverfahren ausgeschlossen, da dort der Signaldruck für die
30 ablaufseitige Drosseleinrichtung zunächst auf einen hohen Wert erhöht wird, bevor der Steuerdruck p_1 für die
35 zulaufseitige Drosseleinrichtung ansteigt.

In den folgenden Figuren sind Steuerverfahren dargestellt, bei denen ein derartiger Kurzschluß nicht ausgeschlossen werden kann, so daß diese Steuerverfahren besonders für Ventilanordnungen geeignet sind, die den in
5 Figur 8 dargestellten Aufbau zeigen.

Gemäß Figur 10 werden bei dem zweiten alternativen Steuerverfahren beide Steuerdrücke p_2 und p_1 gleichzeitig und mit unterschiedlichen Druckgradienten erhöht, so daß
10 der Steuerdruck p_2 für die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 steiler ansteigt. Bei Erreichen einer Steuerdruckdifferenz wird die Kraft der Druckfeder 30 des Wegeventils 4 überwunden, so daß dieses entsprechend in eine der Durchflußstellungen b gebracht wird, so daß dann
15 entsprechend der Hydraulikölvolumenstrom ansteigt. Die Steuerdruckgradienten sind derart gewählt, daß der Steuerdruck p_2 dann einen Maximalwert erreicht, wenn die vorbestimmte Steuerdruckdifferenz (p_2-p_1) eingestellt ist, die zur Einstellung des gewünschten Volumenstromes Q
20 erforderlich ist. D.h., die Druckgradienten bei dem in Figur 10 gezeigten Verfahren werden vorzugsweise so gewählt, daß der Steuerdruck für die zulaufseitige Drosseleinrichtung 6 und der Steuerdruck p_2 für die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 stets einen Maximalwert erreicht, so daß die Ablaufdrossel auf einen maximalen
25 Durchströmungsquerschnitt eingestellt ist. Nach Einstellung des Maximalsteuerdruckes p_2 und der gewünschten Steuerdruckdifferenz (p_2-p_1) werden beide Steuerdrücke p_1 , p_2 auf konstantem Niveau gehalten, so daß auch der
30 Volumenstrom Q konstant auf dem vorbestimmten Wert verbleibt.

In Figur 11 ist eine dritte Alternative eines erfindungsgemäßen Steuerverfahrens dargestellt. Demgemäß
35 werden beide Steuerdrücke p_1 und p_2 zu Beginn der Steuerung auf einen Maximalwert eingestellt, so daß an beiden

Steuerseiten des Wegeventils 4 die gleichen Steuerdrücke anliegen - demgemäß ist die Steuerdruckdifferenz zu Beginn der Steuerung gleich Null. Durch diese Maßnahme verbleibt das Wegeventil 4 in seiner mit (0) bezeichneten Sperrstellung und sowohl die zulaufseitige als auch die ablaufseitige Drosseleinrichtung 6 werden in eine Stellung gebracht, in der ein maximaler Öffnungsquerschnitt vorliegt. Nach einer Zeit t_0 wird der Steuerdruck p_1 für die zulaufseitige Drosseleinrichtung 6 abgesenkt und der auf den Maximalwert eingestellte Steuerdruck p_2 aufrechterhalten. Der Steuerdruck p_1 wird solange abgesenkt, bis sich die gewünschte Steuerdruckdifferenz $p_2 - p_1$ einstellt. Durch das Absenken des Steuerdruckes p_1 wird nach einer Zeit t_1 eine Steuerdruckdifferenz erreicht, die hinreichend ist, um die Kraft der Druckfeder 30 des Wegeventils 4 zu überwinden, so daß dieses in seine mit (b) gekennzeichneten Durchflußstellungen gebracht wird und der Volumenstrom Q zum Verbraucher 116 ansteigt. Gleichzeitig wird durch den absinkenden Steuerdruck p_1 der Öffnungsquerschnitt der zulaufseitigen Drosseleinrichtung 6 zugesteuert, so daß nach Erreichen der vorbestimmten Steuerdruckdifferenz die Drosseleinrichtung 6 durch die Kraft der Rückschlagfeder 74 in ihre Rückschlagstellung gebracht werden kann. Nach Erreichen der vorbestimmten Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) werden beide Steuerdrücke p_1 , p_2 konstant gehalten, so daß auch der Hydraulikölvolumenstrom Q auf einem konstanten Niveau verbleibt.

Alle vorbeschriebenen Verfahren haben gemeinsam, daß die ablaufseitige Drosseleinrichtung nach Einstellung der vorbestimmten Steuerdruckdifferenz so weit geöffnet ist, daß die Druckverluste bei der Rückströmung des Hydrauliköls vom Verbraucher über die Drosseleinrichtung 6 zum Tank T hin vermindert sind. Durch diese Maßnahme kann auf die Verwendung von zusätzlichen Einrichtungen, wie

beispielsweise drucklosen Tankrückführungen verzichtet werden, so daß der konstruktive Aufbau des Hydrauliksystems gegenüber herkömmlichen Lösungen minimal ist.

5 Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die erfindungsgemäße Ventilanordnung sehr flexibel einsetzbar ist, da bei minimalem Energieverlust beispielsweise Motoren mit einer und zwei Drehrichtungen ansteuerbar sind.

10 Die Erfindung läßt sich besonders vorteilhaft bei Nutzfahrzeugen, wie beispielsweise Ackerschleppern einsetzen, wobei sich folgende Anwendungen anbieten:

- Ablaufsteuerung für ziehende Lasten;
- 15 - Hub eines einfach wirkenden Zylinders ohne Ablaufsteuerung der tankentlasteten Zylinderseite;
- Motorbetrieb mit Drehrichtung rechts und
- Motorbetrieb mit Drehrichtung links,

20 wobei der Zulauf-Volumenstrom und die Öffnung der Ablaufdrossel durch geeignete Stellelemente durch den Bediener einstellbar sind.

Zur Einstellung der Wirkrichtung und zur Vorbestimmung des Volumenstromes (Menge) könnten beispielsweise
25 getrennte Stellelemente wie beispielsweise ein Schalter und Potentiometer gewählt werden, oder beide Funktionen könnten auch in einem Ein-Hebel-Element, wie beispielsweise einem Joystick zusammengefaßt werden. Der
30 gewünschte Modus für die Ablaufsteuerung läßt sich beispielsweise über Schalter (Einzel- oder Mehrstellungsschalter) oder über eine geeignete Menüsteuerung an einem Display einstellen, so daß der Bediener auf einfache Weise die gewünschte Zulauf- und
35 Ablaufsteuerung einstellen kann.

Offenbart ist eine Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers und ein Verfahren zur Ansteuerung der Ventilanordnung, bei denen eine Zulauf-Drosseleinrichtung und eine Ablauf-Drosseleinrichtung unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Bei einfach wirkenden Verbrauchern wird die Ablauf-Drosseleinrichtung derart angesteuert, daß bei Erreichen des gewünschten Hydrauliköl-Volumenstromes der Öffnungsquerschnitt der Ablaufdrossel maximal ist, so daß die Energieverluste in der Ablaufleitung auf ein Minimum reduziert sind.

Patentansprüche

1. Ventilanordnung zur Ansteuerung eines Verbrauchers, mit einem als Zulaufdrossel wirkenden stetig verstellbaren Wegeventil (4), über das ein Pumpenanschluß mit Verbraucheranschlüssen (A, B) verbindbar ist, wobei der Verbraucher (116) über Arbeitsleitungen (120, 122) an das Wegeventil (8) angeschlossen und in jeder Arbeitsleitung (120, 122) eine Drosseleinrichtung (6) angeordnet ist, über die der Ablaufvolumenstrom des Hydrauliköls vom Verbraucher (116) einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß jede Drosseleinrichtung (6) unabhängig von einer Ventilschieberstellung des Wegeventils (4) vollständig aufsteuerbar ist.
2. Ventilanordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosseleinrichtung (6) in eine Schaltstellung, in der sie als Rückschlagventil wirkt und in weitere Stellungen mit variablem Durchfluß bringbar ist.
3. Ventilanordnung nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerseite der Drosseleinrichtung (6) und eine Steuerseite des Wegeventils (4) mit dem gleichen Steuersignal (p1, p2) beaufschlagbar sind.
4. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosseleinrichtung (6) eine Hydraulikölströmung hin zum Verbraucher (116) ermöglichenden und gegen einen Ventilsitz vorgespannten Hauptkegel (72) sowie einen Aufstoßkolben (92) hat, der mittels des Steuerdruckes (p2) in eine Anlageposition an den Hauptkegel (72) bringbar ist, um die Ablaufdrosselung zu bewirken.

5. Ventilanordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosseleinrichtung (6) als Drossel-Wegeventil mit einer Rückschlag-schaltstellung (f) und mehreren stetig verstellbaren Druchflußstellungen (d, e) ausgeführt ist.
6. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegeventil (4) ein stetig verstellbares 3-Wegeventil ist, mit einer Sperrstellung (0) und Zulaufstellungen (a, b), in denen der Pumpenanschluß (P) mit einer der beiden Arbeitsleitungen (120, 122) verbunden ist.
7. Verfahren zur Ansteuerung einer Ventilanordnung, insbesondere zur Ansteuerung einer Ventilanordnung gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem als Zulaufdrossel wirkenden Wegeventil (4), über das eine Pumpenleitung mit einer Arbeitsleitung (120) eines Verbrauchers (116) verbunden wird, und mit Drosseleinrichtungen (6) mit einem Rückschlagventil und einer Dosiersteuerkante in den Arbeitsleitungen (120, 122) zur Drosselung des Ablaufvolumenstromes vom Verbraucher, mit den Schritten:
- a) Einstellen des Zulaufvolumenstromes zum Verbraucher (116) durch Ansteuern des Wegeventiles (4) und
- b) vollständiges Aufsteuern der ablaufseitigen Drosseleinrichtung (6), wobei Schritt a) vor oder nach Schritt b) durchgeführt werden kann.
8. Verfahren nach Patentanspruch 7 mit den Schritten:
- Anlegen einer Steuerdruckdifferenz ($p_1 - p_2$) an die Steuerseiten des Wegeventiles (4) und

- Anlegen der die Steuerdruckdifferenz ($p_1 - p_2$) bildenden Steuerdrücke (p_1, p_2) an die Steuerseite der ablauf- bzw. zulaufseitigen Drosseleinrichtung (6), wobei die Steuerdrücke (p_1, p_2) derart gewählt werden, daß die in der zulaufseitigen Arbeitsleitung (120) angeordnete Drosseleinrichtung (6) in die Rückschlagstellung und die ablaufseitige Drosseleinrichtung (6) in die Stellung mit maximalem Öffnungsquerschnitt gebracht wird.

10

9. Verfahren nach Patentanspruch 8 mit den Schritten:

- Erhöhen des Steuerdrucks (p_2) für die ablaufseitige Drosseleinrichtung (6) bei gleichbleibendem Steuerdruck (p_1) für die zulaufseitige Drosseleinrichtung (6) bis sich die vorbestimmte Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) am Wegeventil (4) einstellt,

- Erhöhen beider Steuerdrücke (p_1, p_2) unter Beibehaltung der Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) bis die ablaufseitige Drosseleinrichtung (6) vollständig aufgesteuert ist.

20

10. Verfahren nach Patentanspruch 8 mit den Schritten:

- Erhöhen des Steuerdrucks (p_2) für die ablaufseitige Drosseleinrichtung (6) mit einem größeren Druckgradienten als derjenige für die zulaufseitige Drosseleinrichtung (6) bis sich die Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) einstellt und die ablaufseitige Drosseleinrichtung (6) vollständig aufgesteuert ist.

25

30 11. Verfahren nach Patentanspruch 8 mit den Schritten:

- Einstellen eines maximalen Steuerdruckes (p_1, p_2), so daß beide Drosseleinrichtungen (6) vollständig aufgesteuert werden,

- Absenken des Steuerdruckes (p_1) für die zulaufseitige Drosseleinrichtung (6) und Beibehalten des anderen Steuerdruckes (p_2) bis sich die vorbestimmte

35

Steuerdruckdifferenz ($p_2 - p_1$) am Wegeventil (4)
einstellt.

FIG. 3

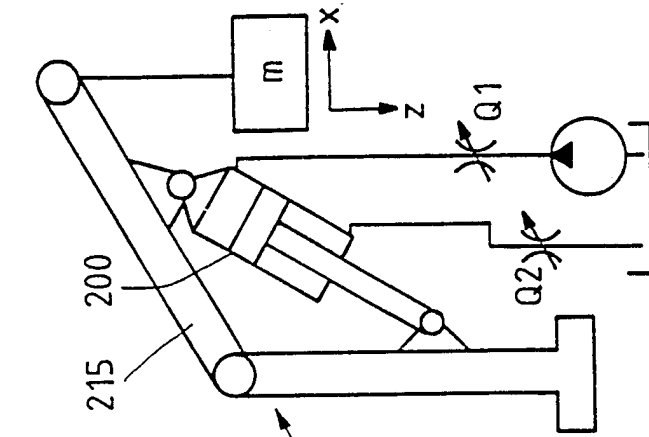


FIG. 2

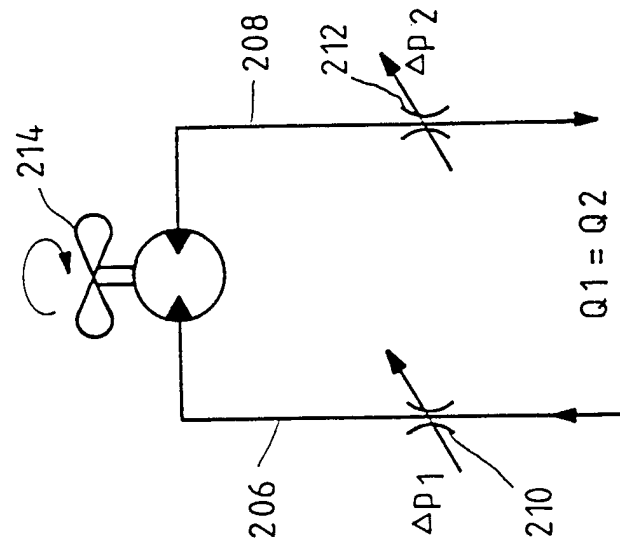
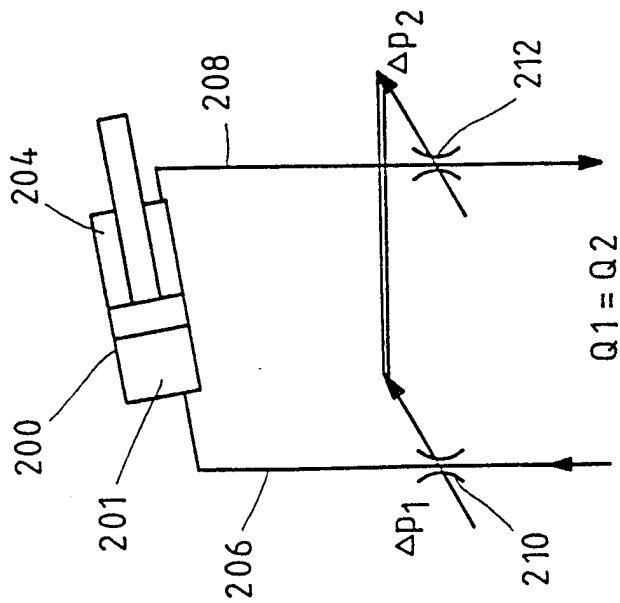


FIG. 1



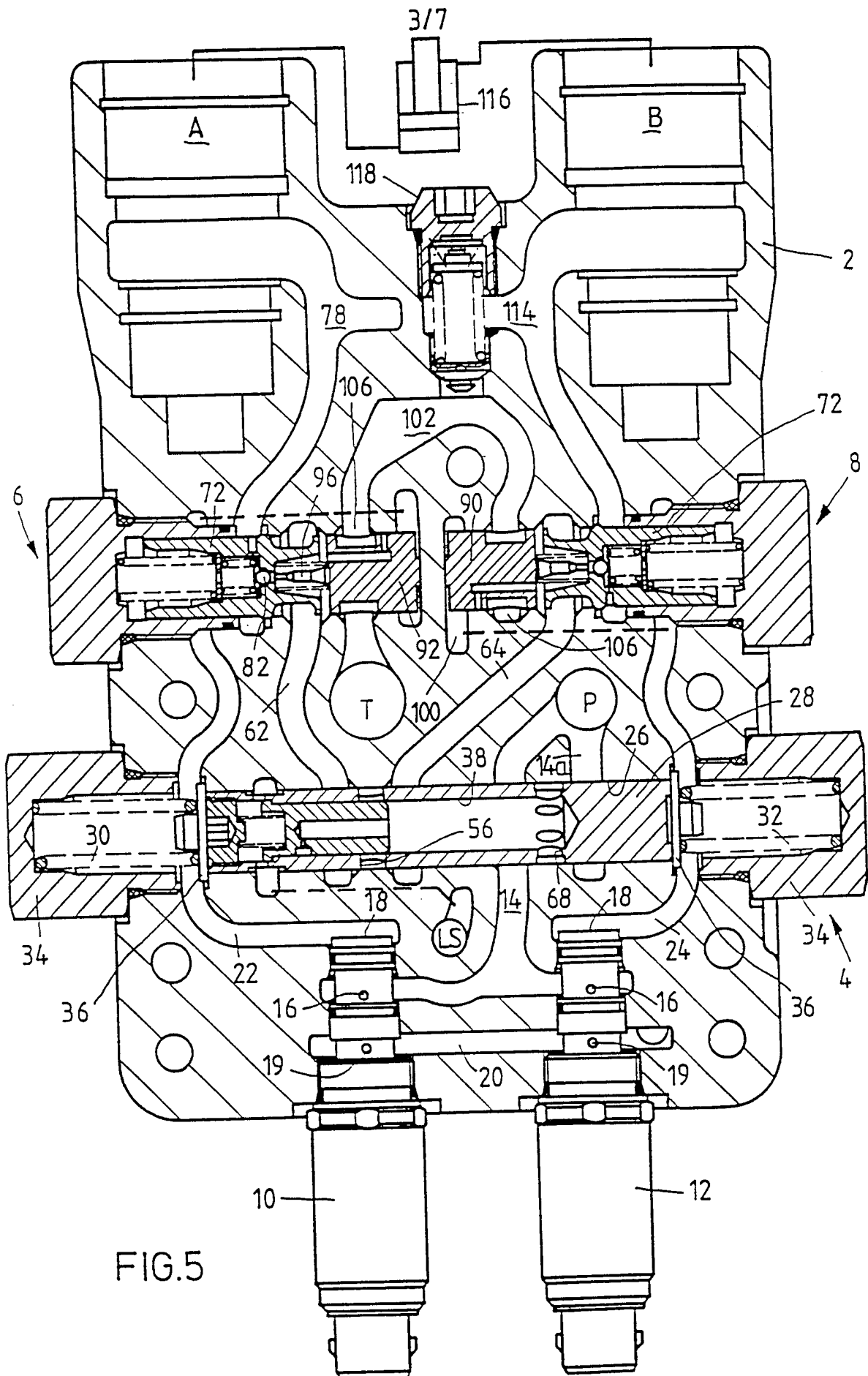
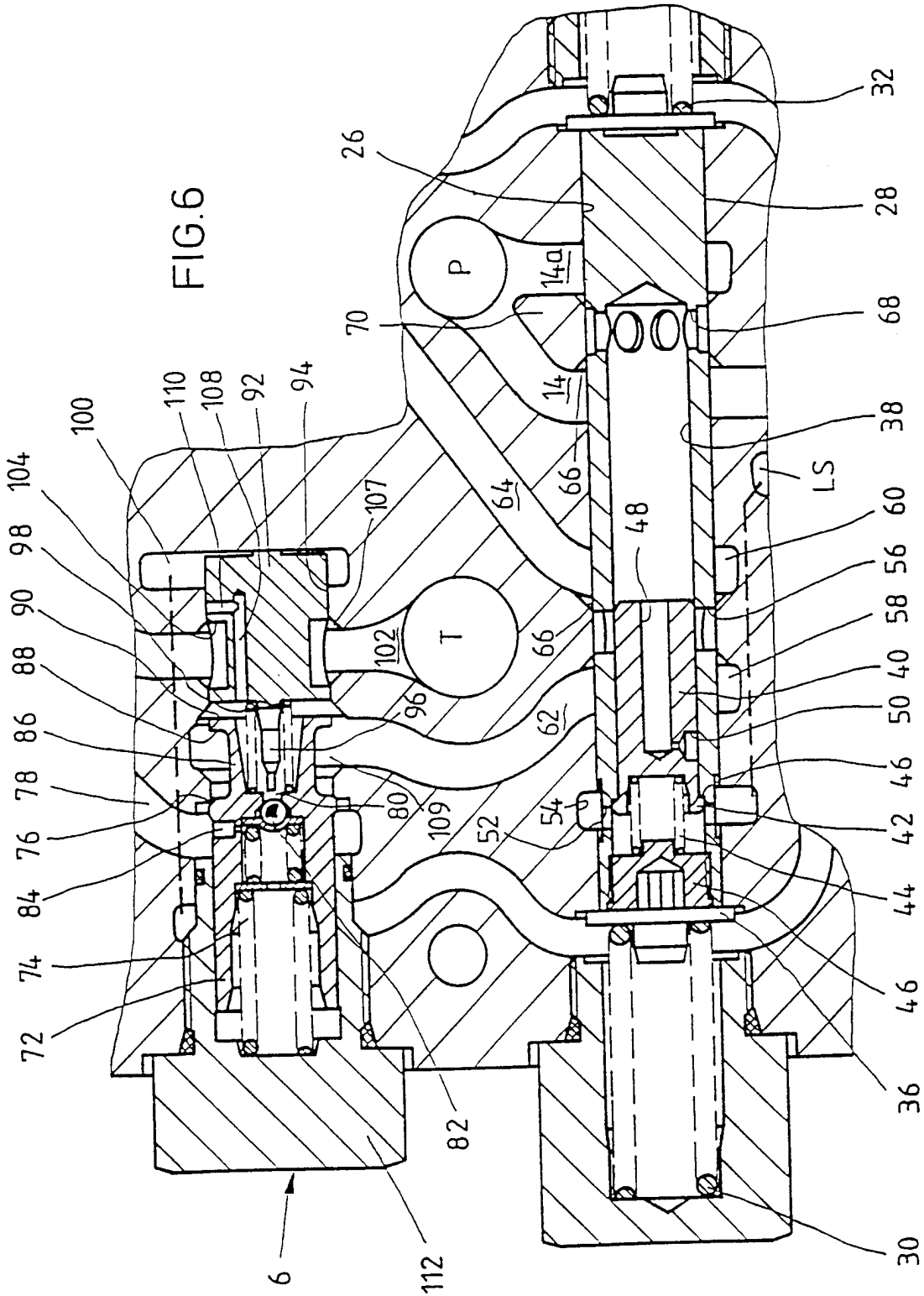
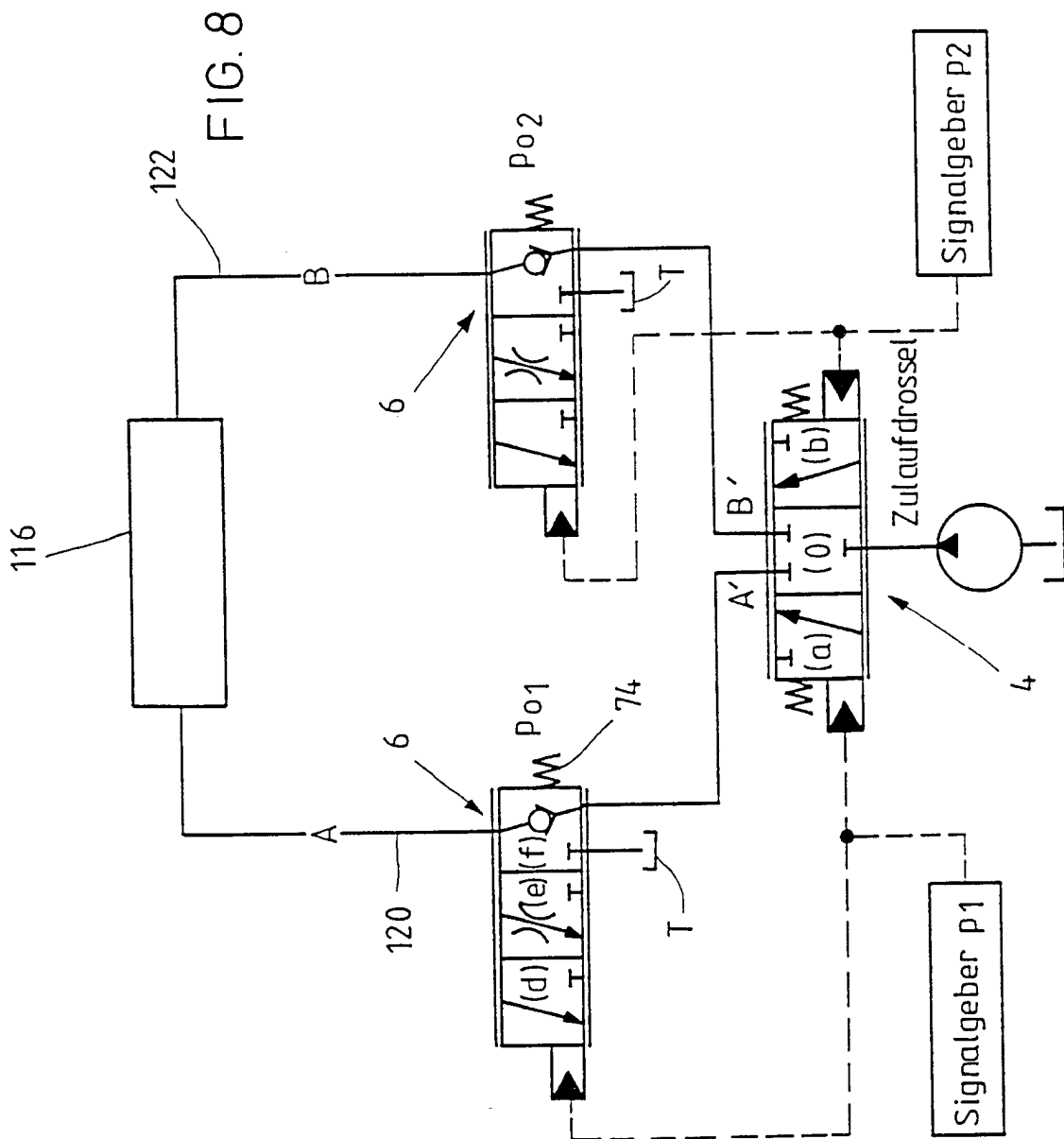


FIG.5





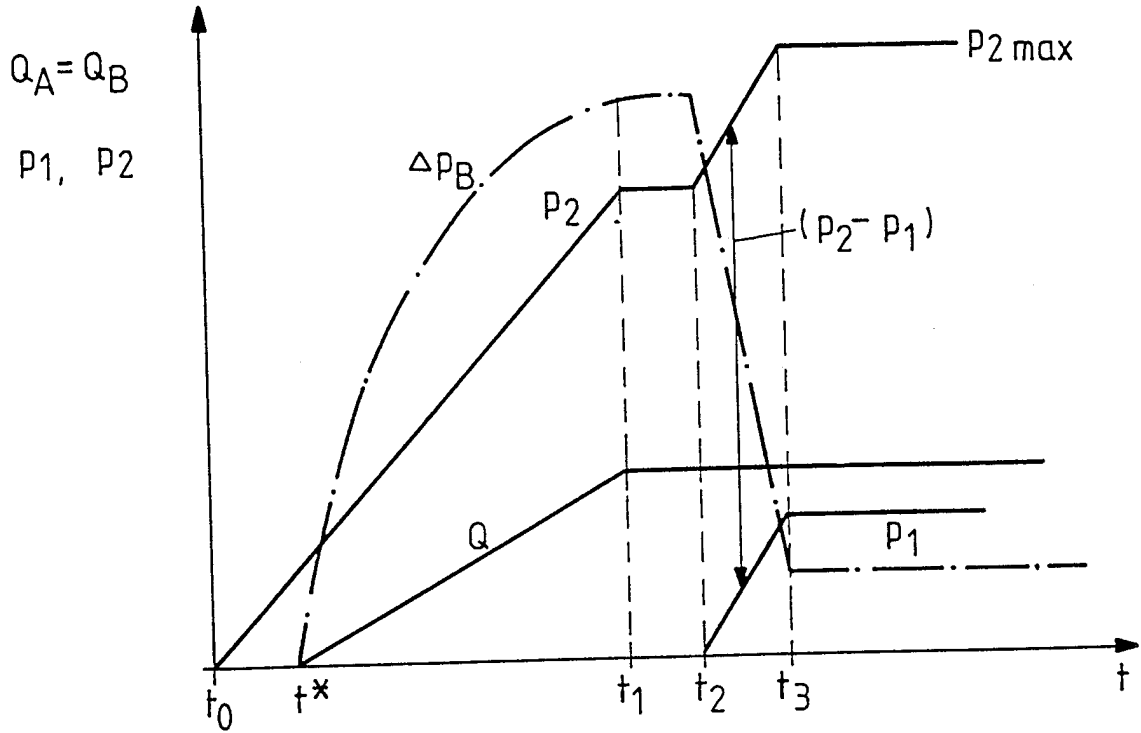


FIG. 9

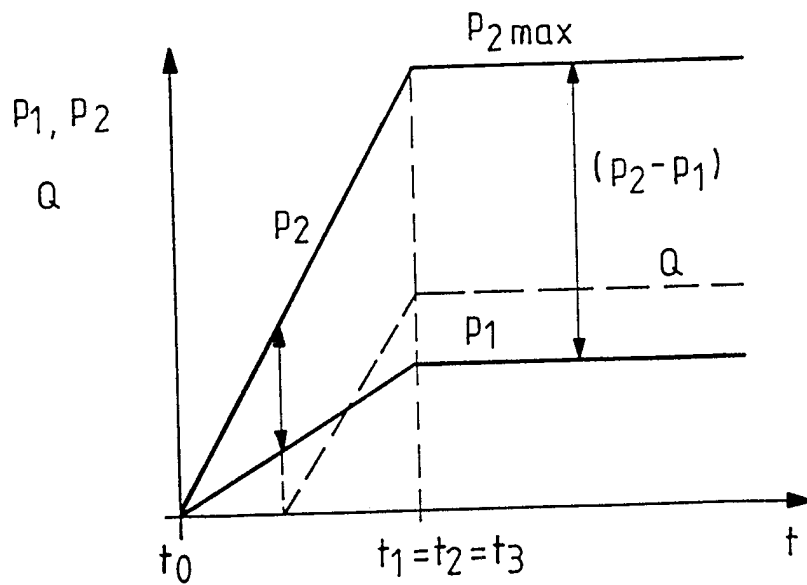


FIG 10

717

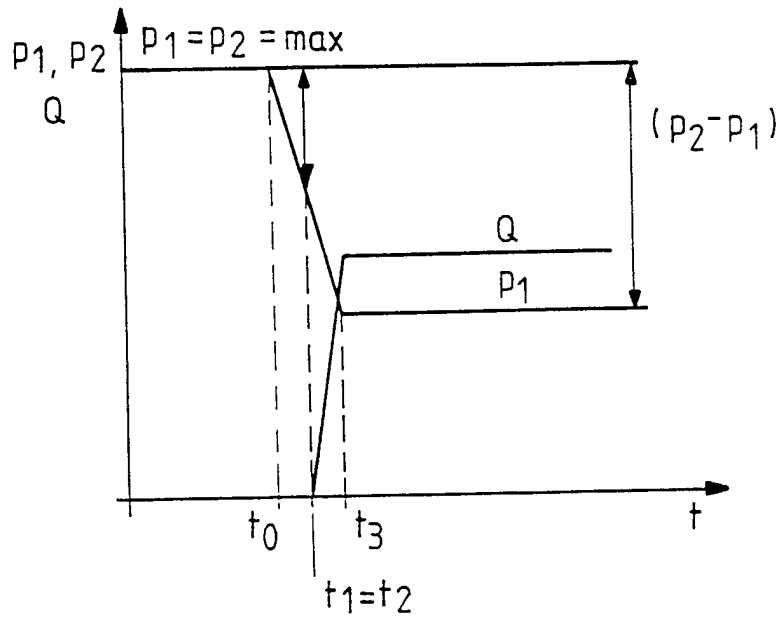


FIG.11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F15B11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 362 290 A (CATERPILLAR TRACTOR CO) 17 March 1978 see page 6, line 2 - line 13; figure ---	1-7
X	US 5 220 862 A (SCHEXNAYDER) 22 June 1993 see column 5, line 22 - line 53; figure ---	1, 2, 5-7
X	DE 21 18 936 A (KOCKUM LANDSVERK) 22 February 1973 see page 6, line 30 - line 34; figures 1, 2 ---	1, 2, 4
X	"GRUNDLAGEN DER HYDRAULISCHEN SCHALTUNGSTECHNIK" ÖLHYDRAULIK UND PNEUMATIK, vol. 37, no. 8, 1 August 1993, DE-MAINZ, pages 618-621, XP000413160 see figure 5.12 ----- -/--	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 March 1998

Date of mailing of the international search report

16/03/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

SLEIGHTHOLME, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02421

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 163 771 A (KLB HYDROSYSTEM) 11 December 1985 see page 11, line 26 - line 35; figure 1 ---	1,2,4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 529 (M-1332), 29 October 1992 & JP 04 197724 A (JAPAN STEEL WORKS), 17 July 1992, see abstract; figure -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02421

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2362290 A	17-03-78	US 4102250 A BE 856896 A CA 1037348 A JP 53022964 A	25-07-78 18-01-78 29-08-78 02-03-78
US 5220862 A	22-06-93	BE 1006417 A JP 6010903 A	23-08-94 21-01-94
DE 2118936 A	22-02-73	NONE	
EP 0163771 A	11-12-85	DK 1985 A	11-11-85

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02421

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 F15B11/04

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 362 290 A (CATERPILLAR TRACTOR CO) 17.März 1978 siehe Seite 6, Zeile 2 - Zeile 13; Abbildung	1-7
X	US 5 220 862 A (SCHEXNAYDER) 22.Juni 1993 siehe Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 53; Abbildung	1,2,5-7
X	DE 21 18 936 A (KOCKUM LANDSVERK) 22.Februar 1973 siehe Seite 6, Zeile 30 - Zeile 34; Abbildungen 1,2	1,2,4

-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6.März 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/03/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

SLEIGHTHOLME, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	"GRUNDLAGEN DER HYDRAULISCHEN SCHALTUNGSTECHNIK" ÖLHYDRAULIK UND PNEUMATIK, Bd. 37, Nr. 8, 1. August 1993, DE-MAINZ, Seiten 618-621, XP000413160 siehe Abbildung 5.12 ----	1
A	EP 0 163 771 A (KLB HYDROSYSTEM) 11. Dezember 1985 siehe Seite 11, Zeile 26 - Zeile 35; Abbildung 1 ----	1,2,4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 529 (M-1332), 29. Oktober 1992 & JP 04 197724 A (JAPAN STEEL WORKS), 17. Juli 1992, siehe Zusammenfassung; Abbildung -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02421

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2362290 A	17-03-78	US 4102250 A BE 856896 A CA 1037348 A JP 53022964 A	25-07-78 18-01-78 29-08-78 02-03-78
US 5220862 A	22-06-93	BE 1006417 A JP 6010903 A	23-08-94 21-01-94
DE 2118936 A	22-02-73	KEINE	
EP 0163771 A	11-12-85	DK 1985 A	11-11-85