

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 656 447 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94117578.8**

51 Int. Cl.⁶: **E02F 9/22**

22 Anmeldetag: **08.11.94**

30 Priorität: **03.12.93 DE 4341244**

71 Anmelder: **O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG**
Stakener Strasse 53-63
D-13581 Berlin (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.95 Patentblatt 95/23

72 Erfinder: **Leidinger, Gustav**
Michael-Steinherr-Strasse 16
D-86316 Friedberg (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR LI SE

54 **Steuerung zur Aufteilung des Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher.**

57 Vorgeschlagen wird eine Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe (20) zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher (8,9) wobei einem jeden einen vorgegebenen Steuerquerschnitt aufweisenden Steuerschieber ein im wesentlichen aus Kolben (28,29) und Betätigungselement bestehender Kompensator (26,27) nachgeschaltet ist und jeder dem Kompensator (26,27) nachgeschaltete Verbraucher (8,9) in Abhängigkeit vom Grad der Unterversorgung einen vorgebbaren Anteil des Förderstromes erhält, indem die Kolben (28,29) der Kompensatoren (26,27) durch unterschiedliche Kräfte beaufschlagt werden, welche unterschiedliche Öffnungsdrücke bewirken.

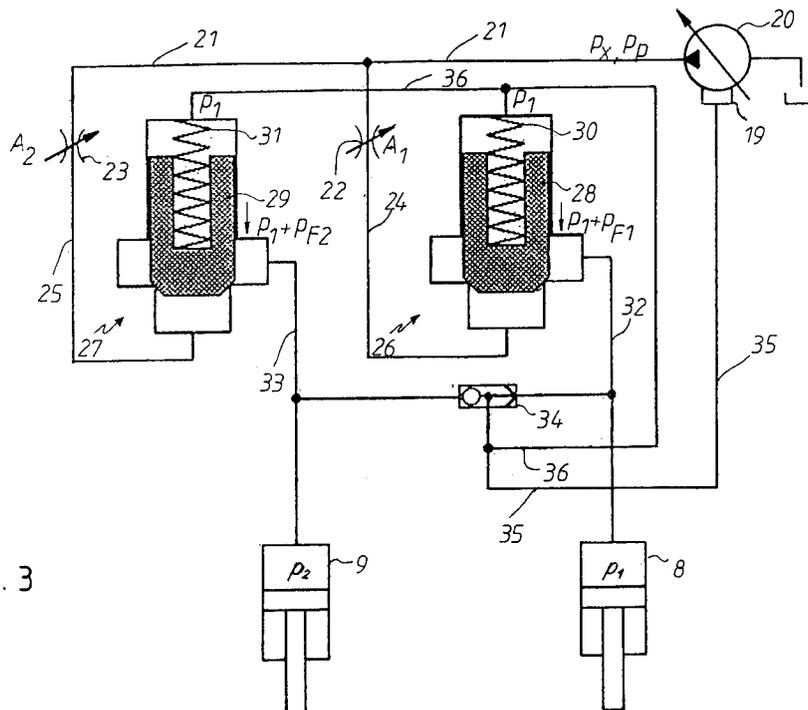


Fig. 3

EP 0 656 447 A1

Die Erfindung betrifft eine Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher durch den Förderstrom, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader, Grader, Bagger oder dgl.

5 Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen ist man vielfach gehalten, Hydraulikanlagen so zu dimensionieren, daß der Förderstrom der Pumpe (bzw. Pumpen) bei gleichzeitiger Einspeisung in zwei oder mehr Verbraucher nicht mehr ausreicht, jedem Verbraucher den auslegungsgemäß gewünschten Förderstrom zuzuführen. Dieser Zustand wird als Unterversorgung der einzelnen Verbraucher (z.B. Zylinder) definiert und ist beispielsweise auch bei der Auslegung von Baumaschinen, insbesondere Radladern,
10 Gradern, Baggern oder dgl., gegeben, bei denen die Wahl der Pumpengröße so erfolgt, daß der Förderstrom die geforderten Verstellzeiten der gleichzeitig betätigten oder betätigbaren Zylinder nicht mehr gewährleisten kann, was sich beispielsweise am Hub- und Kippwerk bei einem Radlader verdeutlichen läßt.

Bei einer derartigen gegebenen Unterversorgung muß nun bei der Auslegung der Hydraulikanlage entschieden werden, in welchem Maße der vorhandene Förderstrom auf die einzelnen Verbraucher aufgeteilt wird. Hydraulikanlagen mit Steuerschiebern nach dem Drosselprinzip sind nicht imstande, einen Förderstrom bei durchgeschalteten Schieberkolben aufzuteilen, da bereits bei einer geringen Druckdifferenz zwischen den Verbrauchern dem niedriger belasteten der gesamte Förderstrom zufließt.
15

Das lastdruckunabhängige (load sensing) System bietet hingegen die Möglichkeit, den Förderstrom nach gewissen Kriterien auf die einzelnen Verbraucher aufzuteilen. Um bei den bei dem jeweiligen
20 Anwendungsfall gegebenen Verhältnissen den günstigsten Bewegungsablauf der durch die hydraulischen Verbraucher (z.B. Zylinder) betätigten Bauteile, wie z.B. Hubrahmen, Ausleger, usw. zu erhalten, ist es erforderlich, den Förderstrom in einem bestimmten Verhältnis aufzuteilen.

Bekannt sind bisher Lösungen, bei denen je nach Ausführungsform eine von äußeren Bedingungen abhängige oder feste Aufteilung gegeben ist. Dies gilt u.a. für folgende Ausführungsformen:
25 Druckwaagen, parallel geschaltet im Zulauf zu jedem Steuerkolben (O + P Ölhydraulik und Pneumatik, 35 (1991) Nr. 9, Seiten 717 bis 723 - Regelung hydraulischer Antriebe mit veränderlichem Versorgungsdruck). Bei Unterversorgung fließt dem Verbraucher mit dem geringeren Druckbedarf bei steigendem Differenzdruck zwischen den Verbrauchern ein zunehmend höherer Anteil des Förderstromes zu. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad zweier Verbraucher mit gleicher Nenndurchflußmenge erhält der niedriger druckbelastete Verbraucher bereits bei einer dem Druckwaagenregeldruck entsprechenden Druckdifferenz zum höher belasteten Verbraucher den gesamten Förderstrom. Da der Druckwaagenregeldruck in der Größenordnung von 5-20 bar liegt, wird demnach schon bei geringen wechselnden Druckunterschieden der gesamte Förderstrom jeweils einem anderen Verbraucher zufließen.
30

Prioritätsdruckwaagen, hintereinander geschaltet im Zulauf zu jedem Steuerschieber. Bei gleichzeitiger
35 Betätigung von zwei oder mehr Verbrauchern erhält im Verlauf des Pumpenkanals derjenige, welcher der Pumpe näher liegt, jeweils die Sollmenge, während der Reststrom den weiteren Verbrauchern angeboten wird. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad zweier Verbraucher mit gleicher Nenndurchflußmenge erhält daher der dem Pumpenanschluß im Schieber zunächst liegende Verbraucher den vollen Förderstrom (off highway capability - wheeled loaders der Fa. Vickers).
40

Lastdruckunabhängige Durchflußverteilung (LUDV) infolge eines jedem Steuerschieber nachgeschalteten Kompensators, dessen bisher bekanntes System im wesentlichen aus Kolben und Feder besteht. Hierbei erhält jeder Verbraucher je nach Grad der Unterversorgung einen anteilig geringeren Förderstrom. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad erhält bei zwei Verbrauchern demnach jeder 50 % seiner Nennmenge unabhängig davon, ob die Verbraucher auf gleiche oder ungleiche Nenndurchflußmenge ausgelegt sind
45 (Katalog Mannesmann Rexroth - RD 64001/04.92, Seiten 163 bis 166 - load sensing Steuerblock Baureihe M7 mit LUDV in Mischbauart Mono + Sandwich).

Ziel des Erfindungsgegenstandes ist es, die eingangs beschriebene Steuerung so auszubilden, daß die Anforderungen an die Arbeitshydraulik, insbesondere von Baumaschinen, dergestalt erfüllt werden, daß bei
50 Unterversorgung das Verhältnis bei gleichzeitiger Betätigung von zwei oder mehr Verbrauchern der diesen zufließenden Förderströme anders ist als das Verhältnis der Nenndurchflußmengen dieser Verbraucher, wobei dieses Verhältnis auch unbeeinflusst von den Last-(Zylinder-)Drücken sein soll.

Dieses Ziel wird bei einer Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader, Grader,
55 Bagger oder dgl., dadurch erreicht, daß einem jeden einen vorgebbaren Steuerquerschnitt aufweisenden Steuerschieber ein im wesentlichen aus Kolben und Betätigungselement bestehender Kompensator nachgeschaltet ist und jeder dem Kompensator nachgeschaltete Verbraucher in Abhängigkeit vom Grad der Unterversorgung einen vorgebbaren Anteil des Förderstromes erhält, indem die Kolben der Kompensatoren

durch unterschiedlich ausgeübte Kräfte ihrer Betätigungselemente die Durchtrittsquerschnitte zu den Verbrauchern mit unterschiedlichen Öffnungsdrücken freigeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Um die erfindungsgemäße vorgebbare Aufteilung der Förderströme zu erreichen, wird ein Steuerschieber nach dem lastdruckunabhängigen (load sensing) Prinzip mit nachgeschalteten Kompensatoren gewählt, wobei der Öffnungsdruck der Kolben beispielsweise durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn verschieden ist. Somit läßt sich über die Wahl unterschiedlicher Federkräfte sowie die Dimensionierung der Querschnittsöffnungen der Schieber der Förderstrom in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom der Pumpe (bzw. Pumpen) sich ergebenden Grades der Unterversorgung im Sinne einer

Priorität zwischen zwei oder mehr Verbrauchern beliebig aufteilen.
Der Öffnungsdruck der Kolben kann neben den Federn als Betätigungselement auch durch hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch belastete Stößel bewirkt werden, wobei diese Lösungen auf einfache Weise eine Veränderung des Öffnungsdruckes auch im Betriebszustand der Maschine erlauben. Ebenfalls denkbar ist eine Kombination aus Feder und Stößel mit einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Aufteilungsverhältnis der Kräfte, welche den Gesamtöffnungsdruck bewirken.

Infolge der sich in Abhängigkeit der Betätigung der Steuerschieber ergebenden Prioritäten, können vorteilhafterweise sich einander überlagernde Bewegungen durchgeführt werden, die den Bedienkomfort der jeweiligen Maschine erheblich verbessern. Ebenso vorteilhaft wirkt sich die erfindungsgemäße Anordnung aus, falls die Hydraulikanlage so betätigt wird, daß für einen Verbraucher der volle Querschnitt des Steuerschiebers freigegeben wird und für einen oder wahlweise auch mehrere andere Verbraucher der freizugebende Steuerquerschnitt laufend verändert wird. Wird beispielsweise wie bei der Bedienung eines Radladers üblich der Handhebel für das Hubwerk voll durchgezogen, während der Hebel für das Kippwerk je nach den augenblicklichen Erfordernissen der Materialaufnahme betätigt wird, stellt sich der vorab beschriebene Zustand ein.

Bei einem Bagger wäre der vorab beschriebene Vorgang der Bewegungsüberlagerung beispielsweise dann gegeben, wenn gleichzeitig die Zylinder für Ausleger, Stiel und Löffel betätigt würden.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt und wird wie folgt beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 - Prinzipskizze eines Radladers
- Figur 2 - Prinzipskizze eines Baggers
- Figur 3 - Prinzipskizze eines LUDV-Schiebers mit den erfindungsgemäßen Merkmalen
- Figur 4 - graphische Darstellung der Aufteilung des Förderstromes für einen der Verbraucher gemäß Figur 1
- Figur 5 - graphische Darstellung der Versorgungsgrade von zwei Verbrauchern sowie des Gesamtsystems.

Figur 1 zeigt einen Radlader 1, der im wesentlichen aus folgenden Bauteilen besteht: einem Vorderwagen 2, einem Hinterwagen 3, die beide über ein Knickgelenk 4 miteinander verbunden sind. Im Bereich des Vorderwagens 2 ist ein Hubgerüst 5 vorgesehen, das an seinem freien Ende eine Ladeschaufel 7 trägt. Das Hubgerüst 5 ist über als Verbraucher ausgebildete Hydraulikzylinder 8 heb- und senkbar, während die Schaufel 7 durch einen weiteren Verbraucher in Form eines Hydraulikzylinders 9 an- und auskippar ist.

Figur 2 zeigt einen Hydraulikbagger 10, der einen gegenüber einem Unterwagen 11 drehbaren Oberwagen 12 aufweist, wobei am Oberwagen 12 eine aus Ausleger 13 und Stiel 14 bestehende Ausrüstung angelenkt ist. Der Stiel 14 wiederum trägt an seinem freien Ende eine schwenkbare Ladeschaufel 15. Der Ausleger 13 ist über Hydraulikzylinder 16 gegenüber dem Oberwagen 12 bewegbar, während der Stiel 14 mittels eines weiteren Zylinders 17 betätigbar ist. Die Schwenkbewegung der Ladeschaufel 15 gegenüber dem Stiel 14 wird ebenfalls durch einen Hydraulikzylinder 18 herbeigeführt.

Die Verbraucher 8,9 gemäß Figur 1 und die Verbraucher 16-18 gemäß Figur 2 werden jeweils durch eine oder mehrere nicht weiter dargestellte Verstellpumpe(n) versorgt, deren gesamter Förderstrom der Nenndurchflußmenge lediglich eines der Verbraucher (Figur 1) bzw. etwa zweier Verbraucher (Figur 2) entspricht. Werden gemäß Figur 1 nun beide Verbraucher 8,9 voll beaufschlagt, so reicht der durch die Pumpe zur Verfügung gestellte Förderstrom nicht aus, um beide Verbraucher 8,9 mit dem jeweils geforderten Förderstrom zu versorgen. Die bisher bekannten, aber bei Unterversorgung unbefriedigenden Techniken sind in der Beschreibungseinleitung dargelegt. Das Wesen der Erfindung ist in den Figuren 3 bis 5 angesprochen.

Das in Figur 3 dargestellte, z.B. für einen Radlader 1 gemäß Figur 1, verwendbare Hydrauliksystem beinhaltet eine einzelne mit einem Load-Sensing-Regler 19 ausgerüstete Verstellpumpe 20, die über eine Zuflußleitung 21 mit Steuerschiebern 22,23 in Wirkverbindung steht. Die Steuerschieber 22,23 sind mit je

nach Auslegung gleichen oder unterschiedlichen Steuerquerschnitten A_1 und A_2 versehen. Über weitere Leitungen 24,25 ist den Steuerschiebern 22,23 jeweils ein Kompensator 26,27 nachgeschaltet, der in diesem Beispiel in vereinfachter Darstellung einen Kolben 28,29 und eine Feder 30,31 als Betätigungselement beinhaltet. Andere Betätigungselemente, wie z.B. hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch betätigbare Stößel, sind ebenfalls ausführbar. Über weitere Leitungen 32,33 stehen die Kompensatoren 26,27 mit den nachgeschalteten Verbrauchern, hier die Hydraulikzylinder 8,9 gemäß Figur 1 dargestellt, in Wirkverbindung. Die Verbraucher 8,9 werden hierbei mit unterschiedlichen Drücken p_1 und p_2 durch die auf sie wirkenden äußeren Kräfte beaufschlagt. Bei einem Radlader 1 oder Bagger 10 sind dies beispielsweise die Hub- und Reiß- bzw. Grabkräfte bei der Materialaufnahme, bei einem Grader können dies die auf die Schar einwirkenden Schnittkräfte sein.

Bei Betätigung der Steuerschieber 22,23 des nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip arbeitenden Hydrauliksystems wird erfindungsgemäß der Förderstrom der Verstellpumpe 20 in einem vorgebbaren Verhältnis aufgeteilt, indem die Öffnungsdrücke der Kolben 28,29 durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn 30,31 verschieden sind.

Zum besseren Verständnis des erfindungsgemäßen Hydrauliksystems sind hier lediglich zwei Verbraucher 8,9 dargestellt, deren Anzahl jedoch auch höher sein kann, wie z.B. bei Baggern oder Gradern. Gleiches gilt auch für die Anzahl der gemeinsam in die Zuflußleitung 21 einspeisenden Pumpen. Der jeweils höchste Verbraucherdruck (in diesem Beispiel p_1) wird über ein Wechselventil 34 über die Leitung 35 dem Regler 19 der Verstellpumpe 20 gemeldet. Desweiteren wird der höchste Druck p_1 auch über die Leitung 36 auf die Federseite der Kolben 28,29 übertragen. Der Schließdruck des Kolbens 28 setzt sich somit zusammen aus dem höchsten Verbraucherdruck p_1 und dem Druck p_{F1} der von der zugehörigen Feder 30 stammt; der des Kolbens 29 liegt bei p_1 plus p_{F2} , wobei p_{F1} und p_{F2} jenen Drücken auf der Kolbenstirnseite entsprechen, welche der jeweiligen Federkraft das Gleichgewicht halten. Die Verstellpumpe 20 gibt bei normaler Versorgung der Verbraucher 8,9 solange einen Förderstrom mit einem um den load sensing Differenzdruck p_{LS} über dem höchsten Lastdruck p_1 liegenden Druck p_p ab, solange die bei Betätigung der Steuerschieber 22,23 freigegebenen Steuerquerschnitte A_1 , A_2 so klein gehalten werden, daß der gesamte Förderstrom kleiner oder höchstens gleich dem maximalen Förderstrom Q_{max} der Verstellpumpe 20 ist. Jeder der Verbraucher 8,9 erhält bis zur Sättigungsgrenze die durch den Querschnitt A_1 , A_2 vorgegebene Sollmenge Q_{1S} , Q_{2S} , die sich für den Verbraucher 8 errechnet mit

$$Q_{1S} = k \times A_{1S} \times \sqrt{p_p - (p_1 + p_{F1})}$$

Analog ist der Wert für den Verbraucher 9

$$Q_{2S} = k \times A_{2S} \times \sqrt{p_p - (p_1 + p_{F2})} .$$

Im Wert k sind die physikalischen Größen und die Umrechnungsfaktoren der Strömungsgleichung sowie die Strahlkontraktionszahl berücksichtigt. Der sich am jeweiligen Steuerquerschnitt A_1 , A_2 einstellende, die Durchflußmenge bestimmende Differenzdruck beträgt daher

$$p_p - (p_1 + p_{F1})$$

bzw.

$$p_p - (p_1 + p_{F2}) .$$

Weil jedoch bei Sättigung auch für beide Verbraucher gleichermaßen gilt:

$$p_p = p_{LS} + p_1$$

werden die Ölströme zu den Verbrauchern 8,9

$$Q_{1S} = k \times A_{1S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F1}}$$

bzw.

$$Q_{2S} = k \times A_{2S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F2}} .$$

Im Sättigungspunkt ist daher der maximale von der Verstellpumpe 20 lieferbare Förderstrom gleich

$$Q_{\max} = Q_{1S} + Q_{2S}$$

5 Werden nun durch eine weitere Betätigung der Steuerschieber 22,23 die frei gegebenen Querschnitte A_1 und A_2 weiter vergrößert, so tritt der Zustand der Unterversorgung ein, da die Verstellpumpe 20 aufgrund ihrer Auslegung nun nicht mehr in der Lage ist, die seitens der Steuerschieber 22,23 angeforderten Förderströme aufzubringen. Der von der Verstellpumpe 20 gelieferte Förderstrom wird mit p_x dann
 10 einen Wert aufweisen, der um weniger als p_{LS} über dem höchsten Lastdruck p_1 liegt und daher niedriger als der Pumpendruck p_p bei Sättigung ist. Dies aus dem Grund, weil der von der Verstellpumpe 20 gelieferte maximale Ölstrom Q_{\max} jetzt zum Durchtritt durch die Querschnitte A_1 und A_2 nur ein geringeres Druckgefälle benötigt. Der Förderstrom Q_{\max} teilt sich nun auf nach

$$Q_1 = k \times A_1 \times \sqrt{p_x - p_{F1}}$$

15

bzw.

$$Q_2 = k \times A_2 \times \sqrt{p_x - p_{F2}}$$

20 War das Verhältnis der Förderströme bei Sättigung

$$25 \quad \frac{Q_{2S}}{Q_{1S}} = \frac{k \times A_{2S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F2}}}{k \times A_{1S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F1}}}$$

ist es bei Unterversorgung

30

$$35 \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{k \times A_2 \times \sqrt{p_x - p_{F2}}}{k \times A_1 \times \sqrt{p_x - p_{F1}}}$$

d.h. bei Unterversorgung fließt mit Q_2 ein größerer Teil des Ölstroms dem Verbraucher 9 zu, der über den Kompensator 27 mit der geringeren Federkraft und damit mit dem Öffnungsdruck p_{F2} des Kolbens 29
 40 versorgt wird.

Ein Zahlenbeispiel soll die vorstehenden theoretischen Annahmen verdeutlichen. Wird zur Vereinfachung der Rechnung angenommen, daß A_{2S} gleich A_{1S} ist und dieses Verhältnis 1:1 auch bei weiterer Schieberöffnung beibehalten wird, so daß auch A_2 gleich A_1 bleibt, dann gilt bei folgender Auslegung von Pumpenregler 19 und Kompensatoren 28,29 folgendes:

45

- load sensing Differenzdruck: $p_{LS} = 14$ bar
- Öffnungsdruck durch Federkraft: $p_{F1} = 10$ bar
- Öffnungsdruck durch Federkraft: $p_{F2} = 4$ bar.

Das Aufteilungsverhältnis $Q_{2S}:Q_{1S}$ ergibt sich demzufolge bei Sättigung

50

$$\frac{Q_{2S}}{Q_{1S}} = \frac{\sqrt{14 - 4}}{\sqrt{14 - 10}} = 1,58$$

55

Sinkt nun der Versorgungsgrad durch entsprechende weitere Querschnittsfreigabe A_1 und A_2 soweit ab, daß bereits bei einem Überdruck von z.B. $p_x = 11$ bar über dem höchsten Lastdruck p_1 der gesamte Förderstrom den Verbrauchern 8 und 9 zufließen kann, so ergibt sich als Aufteilungsverhältnis

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sqrt{11 - 4}}{\sqrt{11 - 10}} = 2,64$$

5

Es fließt also wunschgemäß mit Q_2 ein höherer Anteil des Förderstromes Q_{\max} dem Verbraucher 9 zu.

Man kann nun durch weitere Änderung der Steuerquerschnitte A_1 und A_2 zu einer Stellung gelangen, bei der Vollpriorität für den Verbraucher 9 gegeben ist, d.h. diesem der gesamte Förderstrom Q_{\max} zufließt. Dies ist dann der Fall, wenn der Grad der Unterversorgung so hoch wird, daß der Pumpenüberdruck p_x auf den Wert p_{F1} sinkt, weil dann der Kompensator 26 für den Verbraucher 8 nicht mehr öffnet. Dann gilt

15

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sqrt{10 - 4}}{\sqrt{10 - 10}} = \infty$$

20

Dies ist der Fall bei Q_1 gleich 0 l/min.

Somit läßt sich beispielsweise über die Wahl unterschiedlicher Federkräfte sowie die Dimensionierung der Steuerquerschnitte A_1 , A_2 der Schieber 22,23 der Förderstrom in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom der Verstellpumpe 20 sich ergebenden Grades der Unterversorgung der Förderstrom im Sinne einer Priorität zugunsten des Verbrauchers 9 gegenüber dem Verbraucher 8 beliebig aufteilen.

Im Vorstehenden wurde dargestellt, wie sich das Aufteilungsverhältnis bei gleichzeitiger Veränderung der Durchtrittsquerschnitte ergibt. Ebenso vorteilhaft wirkt sich die erfindungsgemäße Anordnung aus, falls die Hydraulikanlage so betätigt wird, daß für einen Verbraucher, z.B. 8, der volle Steuerquerschnitt A_1 freigegeben wird und bei dem anderen Verbraucher 9 der freizugebende Steuerquerschnitt A_2 laufend verändert wird. Dies trifft z.B. speziell auf Baumaschinen, insbesondere auf die Betriebsweise eines Radladers, zu, bei dem der Handhebel für den Hubrahmenzylinder 8 voll durchgezogen wird, während der Hebel für den Kippwerkzylinder 9 in Abhängigkeit der augenblicklichen Erfordernisse der Materialaufnahme betätigt wird. Analoges gilt für den Betrieb eines Baggers 10, bei dem die Handhebel für den Ausleger 13 und den Stiel 14 voll durchgezogen werden, während der Ladeschaufelzylinder 18 variabel betätigt wird.

Figur 4 zeigt in graphischer Darstellung den Anteil Q_2 des Verbrauchers 9 am gesamten Förderstrom Q_{\max} gemäß Figur 1, unter der Annahme, daß der Steuerquerschnitt A_1 für den Verbraucher 8 in allen Betriebszuständen voll geöffnet ist. Der Figur 4 liegt die Annahme zugrunde, daß der Steuerquerschnitt A_1 , A_2 eines jeden Steuerschiebers 22,23 so ausgelegt ist, daß bei alleiniger Betätigung der maximale Pumpenförderstrom Q_{\max} beim gegebenen load sensing Differenzdruck p_{LS} durchtreten kann. In der Ordinate ist der prozentuale Anteil Q_2 des gedrosselten Verbrauchers 9 am Gesamtförderstrom Q_{\max} aufgetragen, während auf der Abszisse das Verhältnis $A_2/A_{2\max}$ des momentanen Öffnungsquerschnittes zum größtmöglichen Steuerquerschnitt des Steuerschiebers 23 dargestellt ist.

Das bestimmte vorgewählte Anteilsverhältnis Q_2/Q_{\max} (wobei sich über die Beziehung $Q_1 = Q_{\max} - Q_2$ auch das Aufteilungsverhältnis Q_2/Q_1 errechnen läßt) ergibt sich bei den beiden Schiebern 22,23 im ganz geöffneten Zustand aus der Festlegung von p_{LS} , p_{F1} und p_{F2} . Dieses Verhältnis wird nach den spezifischen Anforderungen der jeweiligen Maschine ausgewählt. In Figur 4 ist das Aufteilungsverhältnis Q_2/Q_{\max} und damit mittelbar auch Q_2/Q_1 mit dem diesen bestimmenden Wert

50

$$w = \frac{p_{F1} - p_{F2}}{p_{LS} - p_{F1}}$$

55

als Parameter aufgetragen.

Bei den bekannten Systemen mit lastdruckunabhängiger Durchflußverteilung, abgekürzt als LUDV bezeichnet, d.h. mit zwei gleich starken Federn ($p_{F1} = p_{F2}$) ergibt sich bei 50 %-iger Unterversorgung der

Verbraucher 8,9 mit gleich großen Nenndurchflußmengen ergibt sich bei Voraussetzung der Parameter des vorangegangenen Zahlenbeispielles

$$W = \frac{4 - 4}{14 - 4} = 0$$

und damit eine Aufteilung bei maximalem Steuerquerschnitt A_{2max} von

$$\frac{Q_2}{Q_{max}} = 0,50 \quad \text{bzw.} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 1,0.$$

Bei lastdruckunabhängigen Systemen erfindungsgemäßer Bauart, d.h. mit zwei unterschiedlich stark ausgebildeten Federn 12,13 und 50 %-iger Unterversorgung der Verbraucher 8,9 mit gleich großen Nenndurchflußmengen errechnet sich beispielsweise

$$W = \frac{10 - 4}{14 - 10} = 1,5$$

Die Aufteilung bei A_{2max} beträgt jetzt

$$\frac{Q_2}{Q_{max}} = 0,786 \quad \text{bzw.} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{0,786}{(1 - 0,786)} = 3,67$$

Bei zunehmender Vergrößerung von W erhöht sich der Anteil des dem Verbraucher 9 zufließenden Förderstromes Q_2 am Gesamtförderstrom Q_{max} bis hin zum theoretischen Wert $W = \infty$, so daß rein rechnerisch Vollpriorität gegeben wäre, was bedeutet, daß dem Verbraucher 9 der gesamte Förderstrom Q_{max} zufließt.

Die zwischen der oberen ($W = \infty$) und der unteren Kurve ($W = 0$) liegenden Kurvenzüge stellen vorgebbare Aufteilungsverhältnisse des Förderstromes Q_{max} dar, die bei der Auslegung der Baumaschine, je nach angestrebter Funktion, Berücksichtigung finden können.

Mit zunehmender Verringerung des Steuerquerschnittes A_2 unter Beibehaltung des maximalen Steuerquerschnittes A_1 wird sich der Anteil des Ölstromes Q_2 gemäß den dargestellten Kurvenzügen ändern. Diese Verläufe errechnen sich aus der Strömungsgleichung unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Grad der Versorgung, der nach Darstellung der Figur 4 bei beiden Steuerquerschnitten A_1, A_2 im ganz geöffneten Zustand bei 50 % liegt, bei Verringerung des Steuerquerschnittes A_2 auf höhere Werte ansteigt. Dies deshalb, weil die Sollmenge für den Verbraucher 8 dabei unverändert bleibt, für den Verbraucher 9 hingegen wegen der Verringerung des Steuerquerschnittes A_2 sinkt. Bezogen auf den unverändert bleibenden Pumpenförderstrom Q_{max} ergibt sich somit ein höherer Versorgungsgrad des Verbrauchers 8, d.h. ein geringeres Maß an Unterversorgung.

Die Versorgungsgrade, jeweils definiert als das Verhältnis des Ist- zum Sollförderstrom, sind für einen angenommenen Pumpenförderstrom von $Q_{max} = 100$ l/min und dem im Vorstehenden beispielhaft angenommenen Wert von $W = 1,5$ in Abhängigkeit vom Verhältnis des Öffnungsquerschnittes A_2/A_{2max} des Steuerschiebers 23 in Figur 5 aufgetragen. Der Steuerquerschnitt A_1 des Steuerschiebers 22 ist dabei voll geöffnet.

Für den Versorgungsgrad V_2 des Verbrauchers 9 gilt

$$V_2 = \frac{Q_{2ist}}{Q_{2soll}} = \frac{Q_{2ist}}{(A_2/A_{2max}) \times 100}$$

5

sowie für den Versorgungsgrad V_1 des Verbrauchers 8

10

$$V_1 = \frac{Q_{1ist}}{Q_{1soll}} = \frac{Q_{1ist}}{100}$$

15 Der Gesamtversorgungsgrad V_g des Systems ist definiert mit

20

$$V_g = \frac{Q_{max}}{Q_{1soll} + Q_{2soll}} = \frac{100}{100 + (A_1/A_{2max}) \times 100} = \frac{1}{1 + A_2/A_{2max}}$$

25 Mit zunehmenden Öffnen des Steuerquerschnittes A_2 , was einen ansteigenden Grad der Unterversorgung des Gesamtsystems bedeutet, sinkt der Versorgungsgrad V_2 des Verbrauchers 9 weniger ab als der Versorgungsgrad V_1 des Verbrauchers 8, d.h. der Grad der Priorität des Verbrauchers 9 steigt mit dem Grad der Unterversorgung gegenüber dem anderen Verbraucher 8 an.

Diese Werte in Figur errechnen sich gemäß folgender Tabelle:

30

$\frac{A_2}{A_{2max}}$	Q_2	Q_1	V_2	V_1	V_g
-	l/min	l/min	-	-	-
0,0		100	1,00	1,00	1,00
0,1	9,6	90,4	0,960	0,904	0,909
0,2	18,6	81,4	0,930	0,814	0,833
0,3	27,0	73,0	0,900	0,730	0,769
0,4	35,1	64,9	0,878	0,649	0,714
0,5	42,8	57,2	0,858	0,572	0,667
0,6	50,2	49,8	0,837	0,498	0,625
0,7	57,4	42,6	0,820	0,426	0,588
0,8	64,5	35,5	0,806	0,355	0,556
0,9	71,6	28,4	0,796	0,284	0,526
1,0	78,6	21,4	0,786	0,214	0,500

55

Patentansprüche

- 5 1. Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher (8,9) nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher (8,9) durch den Förderstrom, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader (1), Grader, Bagger (10) oder dgl., wobei einem jeden einen vorgebbaren Steuerquerschnitt (A_1 , A_2) aufweisenden Steuerschieber (22,23) ein im wesentlichen aus Kolben (28,29) und Betätigungselement (30,31) bestehender Kompensator (26,27) nachgeschaltet ist und jeder dem Kompensator (26,27) nachgeschaltete Verbraucher (8,9) in Abhängigkeit vom Grad der Unterversorgung einen vorgebbaren Anteil des Förderstromes Q_{\max} erhält, indem die Kolben (28,29) der Kompensatoren (26,27) durch unterschiedliche ausgeübte Kräfte ihrer Betätigungselemente (30,31) die Durchtrittsquerschnitte zu den Verbrauchern (8,9) mit unterschiedlichen Öffnungsdrücken freigeben.
- 10 2. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Kolben (28,29) des Kompensators (26,27) durch mechanische Federkraft oder durch eine pneumatisch, hydraulisch oder elektromagnetisch erzeugte Kraft beaufschlagbar ist.
- 15 3. Steuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Kolben (28,29) durch eine Kombination aus mechanischer Feder und pneumatischer, bzw. hydraulischer oder elektromagnetischer Betätigung mit Kraft beaufschlagbar ist.
- 20 4. Steuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufteilungsverhältnis der Kräfte aus mechanischer Feder und pneumatischer bzw. hydraulischer oder elektromagnetischer Betätigung, welche den Gesamtöffnungsdruck bewirken, vorgebbar einstellbar ist.
- 25 5. Steuerung nach Anspruch 1 mit Kompensatoren (26,27), die jeweils einen Kolben (28,29) und eine Feder (30,31) als Betätigungselement beinhalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsdrücke (p_{F1} , p_{F2}) der Kolben (28,29) durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn (30,31) einstellbar sind.
- 30 6. Steuerung nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch die unterschiedlichen Federkräfte sowie durch die unterschiedliche Dimensionierung der Steuerquerschnitte (A_1 , A_2) der Schieber (22,23) des Förderstromes (Q_{\max}) in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom (Q_{\max}) der Pumpe (20) sich ergebenden Grades der Unterversorgung der einzelnen Verbraucher (8,9) im Sinne einer Priorität zugunsten des Verbrauchers (9) aufteilbar ist, der über den Kompensator (27) mit der geringeren Federkraft versorgt wird.
- 35 7. Steuerung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Grad der Priorität einzelner Verbraucher (9) mit dem Grad der Unterversorgung gegenüber den anderen Verbrauchern (8) ansteigt.

40

45

50

55

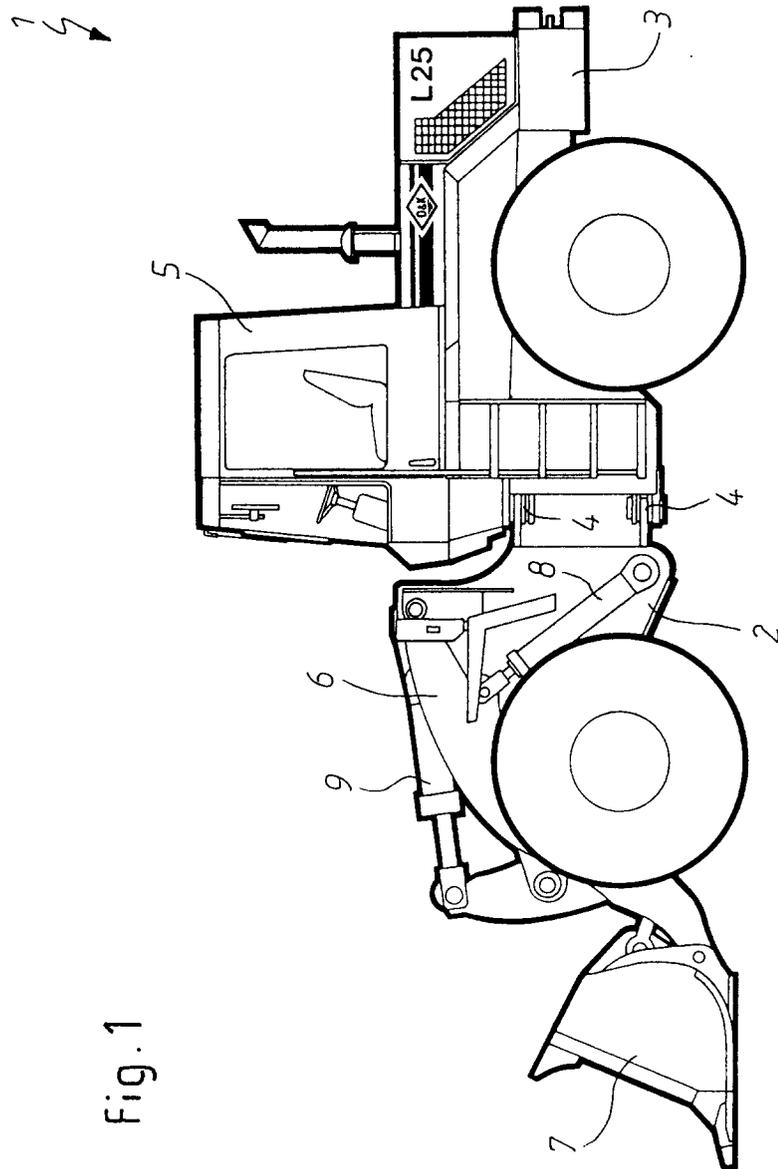
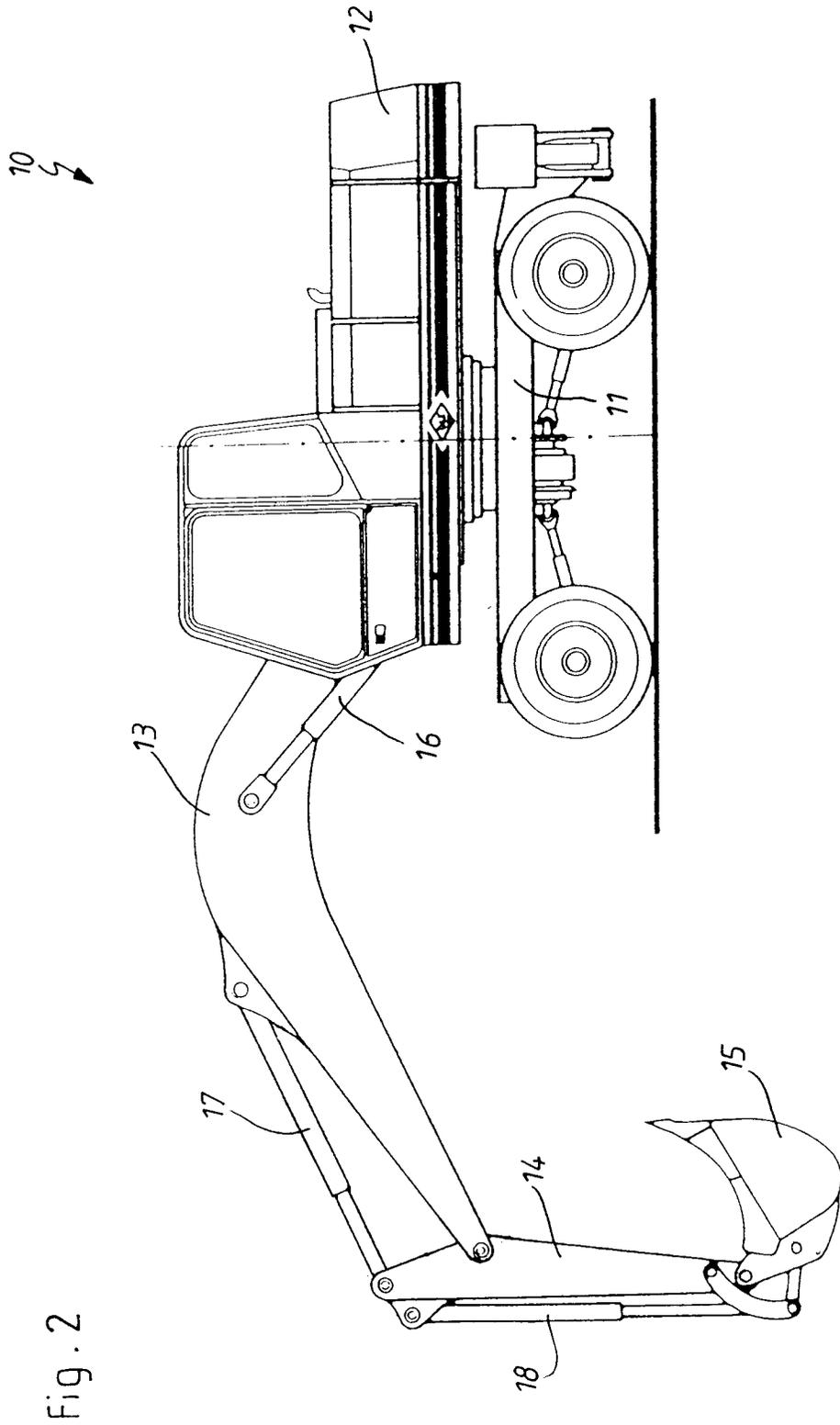


Fig.1



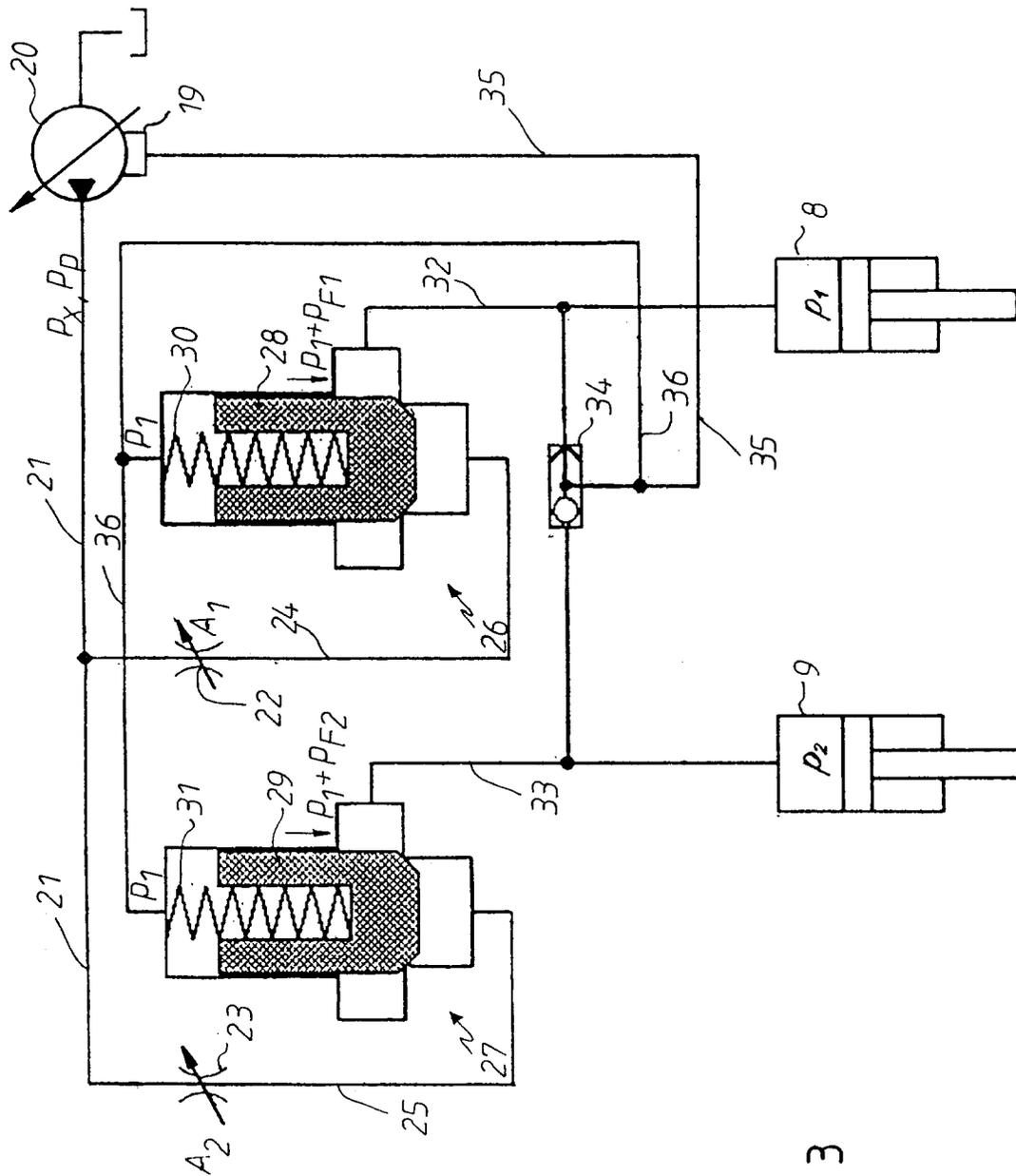


Fig. 3

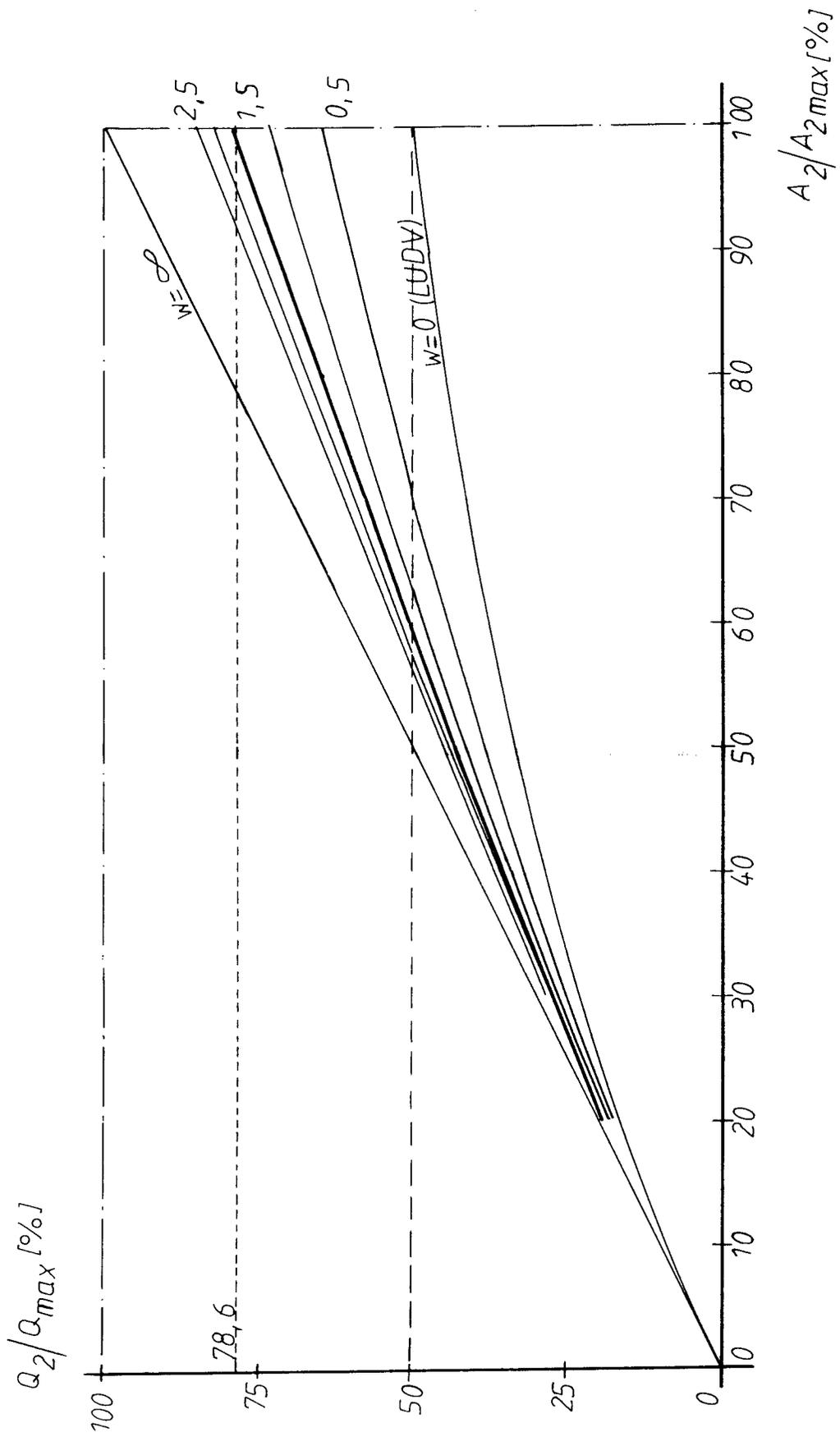
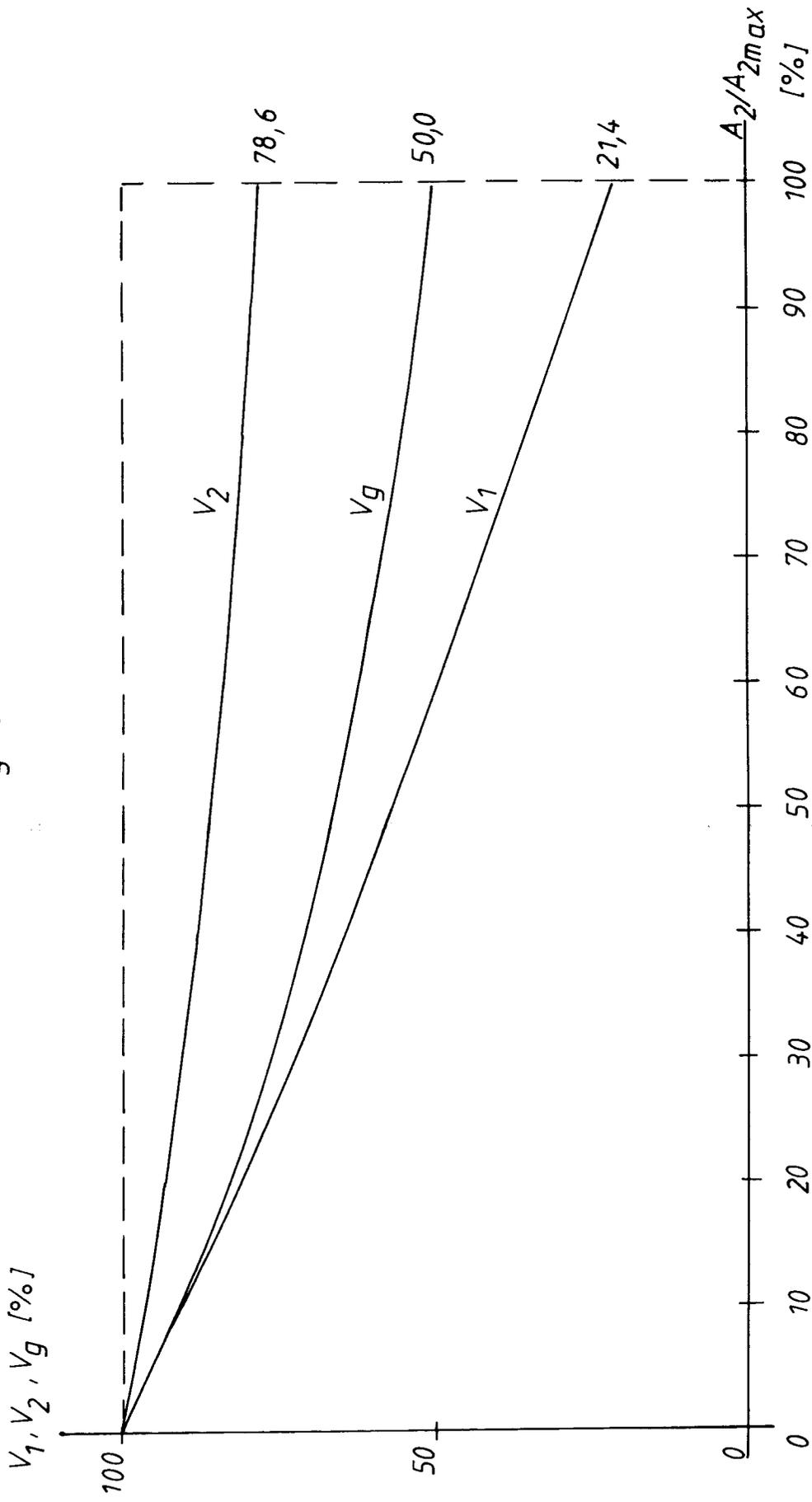


Fig. 4

Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 7578

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 491 050 (HITACHI CONSTRUC. MACH. CO. LTD.) * das ganze Dokument * ---	1-7	E02F9/22
P,X	EP-A-0 596 140 (HITACHI CONSTRUC. MACH. CO. LTD.) * das ganze Dokument * -----	1,2,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			E02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	1. März 1995	Estrela y Calpe, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)