

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50223/2021  
(22) Anmeldetag: 29.03.2021  
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2023

(51) Int. Cl.: **F04B 49/00** (2006.01)  
**B29C 45/82** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2003037545 A1  
DE 3711053 A1  
DE 19924473 A1  
EP 0402474 A1

(73) Patentinhaber:  
ENGEL AUSTRIA GmbH  
4311 Schwertberg (AT)

(72) Erfinder:  
OTTO Markus Dipl.-Ing.  
4432 Ernsthofen (AT)  
Lohnecker Anton Ing.  
3355 Ertl (AT)

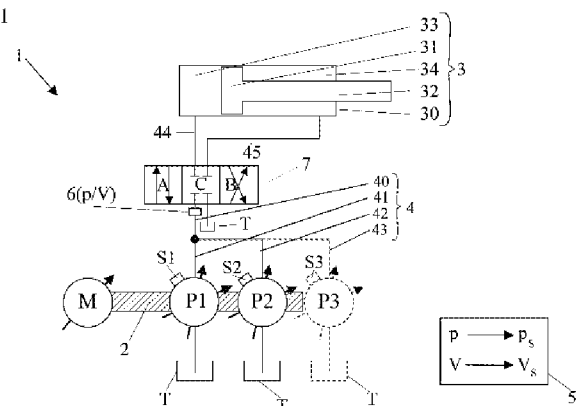
(74) Vertreter:  
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co  
KG  
6020 Innsbruck (AT)

### (54) Hydraulische Antriebsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine

(57) Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) für eine Formgebungsmaschine, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit einer ersten Hydraulikpumpe (P1), einem mit der ersten Hydraulikpumpe (P1) über eine Antriebswelle (2) verbundenen Antriebsmotor (M), wenigstens einem Verbraucher (3), einem Hydraulikleitungssystem (4), welches die erste Hydraulikpumpe (P1) mit dem Verbraucher (3) verbindet, und einer Regeleinheit (5) zum Regeln der hydraulischen Antriebsvorrichtung (1), wobei die Regeleinheit (5) ein erstes Schaltelement (S1) aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen (V) der ersten Hydraulikpumpe (P1) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle ( $p_s$ ) und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle ( $V_s$ ) umstellbar ist, wobei wenigstens eine zweite Hydraulikpumpe (P2) vorgesehen ist, wobei die zweite Hydraulikpumpe (P2) über die Antriebswelle (2) mit dem Antriebsmotor (M) verbunden ist, wobei das Hydraulikleitungssystem (4) die zweite Hydraulikpumpe (P2) mit dem Verbraucher (3) verbindet und eine mit der ersten Hydraulikpumpe (P1) verbundene erste Zweigleitung (41), eine mit einer zweiten Hydraulikpumpe (P2) verbundene zweite Zweigleitung (42) und eine

Hauptleitung (40) aufweist, wobei die beiden Zweigleitungen (41, 42) in die Hauptleitung (40) münden, und wobei die Regeleinheit (5) ein zweites Schaltelement (S2) aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen (V) der zweiten Hydraulikpumpe (P2) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle ( $p_s$ ) und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle ( $V_s$ ) umstellbar ist.

Fig. 1



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine hydraulische Antriebsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit einer ersten Hydraulikpumpe, einem mit der ersten Hydraulikpumpe über eine Antriebswelle verbundenen Antriebsmotor, wenigstens einem Verbraucher, einem Hydraulikleitungssystem, welches die erste Hydraulikpumpe mit dem Verbraucher verbindet, und einer Regeleinheit zum Regeln der hydraulischen Antriebsvorrichtung, wobei die Regeleinheit ein erstes Schaltelement aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen der ersten Hydraulikpumpe zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle umstellbar ist. Zudem betrifft die Erfindung eine Formgebungsmaschine mit einer solchen hydraulischen Antriebsvorrichtung.

**[0002]** Hydraulische Antriebsvorrichtungen werden bei Formgebungsmaschinen für verschiedene Zwecke eingesetzt. Zum Beispiel kann eine Schließeinheit, ein Auswerfer oder Teile eines Einspritzaggregats über solche hydraulische Antriebsvorrichtungen angetrieben werden. Meist werden dabei Verbraucher in Form von Kolben-Zylinder-Einheiten eingesetzt.

**[0003]** Ein Beispiel für eine elektrohydraulische Steueranordnung zur Ansteuerung eines hydraulischen Verbrauchers geht aus der DE 10 2007 007 005 A1 hervor. Konkret geht es darin um einen Hauptregelkreis und um eine Nebenstellenkette. Diese Nebenstellkette kann einen Zweipunktregler umfassen, durch den das Verdrängungsvolumen der verstellbaren Fluidpumpe zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle umstellbar ist.

**[0004]** Derartige Systeme sind an sich durchaus geeignet, um für Verbraucher bei Spritzgießmaschinen eingesetzt zu werden. Eine Problematik kann allerdings darin bestehen, dass je nach Größe der Verbraucher auch passende Hydraulikpumpen und Antriebsmotoren bereitgestellt werden müssen. Die maximale, mit dem Verbraucher zu fahrende Last muss also auch vom Antriebsmotor und von der Hydraulikpumpe bewerkstelligt werden können. Je größer diese sein sollen, desto größer sind auch die Herstellungskosten. Zudem müssen auch relativ große Drehmomente gefahren werden können und auch ein relativ hoher Druck muss aufgebaut werden. Dies führt zu einer kostenintensiven und auch verschleißanfälligen Konstruktion.

**[0005]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine zum Stand der Technik verbesserte hydraulische Antriebsvorrichtung zu schaffen. Insbesondere sollen die angeführten Nachteile behoben oder zumindest vermindert werden.

**[0006]** Dies wird durch eine hydraulischen Antriebsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

**[0007]** Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die zweite Hydraulikpumpe über die Antriebswelle mit dem Antriebsmotor verbunden ist. Somit ist auf derselben Antriebswelle und angetrieben vom selben Antriebsmotor eine zweite Hydraulikpumpe vorgesehen.

**[0008]** Zudem ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Hydraulikleitungssystem die zweite Hydraulikpumpe mit dem Verbraucher verbindet und eine mit der ersten Hydraulikpumpe verbundene erste Zweigleitung, eine mit einer zweiten Hydraulikpumpe verbundene zweite Zweigleitung und eine Hauptleitung aufweist, wobei die beiden Zweigleitungen in die Hauptleitung münden. Somit dient auch die zweite Hydraulikpumpe der Versorgung desselben Verbrauchers wie die erste Hydraulikpumpe.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist auch vorgesehen, dass die Regeleinheit ein zweites Schaltelement aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen der zweiten Hydraulikpumpe zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle umstellbar ist. Somit sind beide Hydraulikpumpen - unabhängig voneinander - individuell zuschaltbar. Bei hoher Last können beide Hydraulikpumpen zusammen eine entsprechend höhere Leistung für den anzutreibenden Verbraucher erzielen, bei geringer notwendiger Last ist auch nur eine Hydraulikpumpe ausrei-

chend.

**[0010]** Insgesamt wird es dadurch ermöglicht, mit relativ kleinen Antriebselementen (Antriebsmotor und Hydraulikpumpen) einen (oder mehrere) relativ großen Verbraucher anzutreiben.

**[0011]** Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0012]** Der Minimalwert und der Maximalwert der Hydraulikpumpen können - z. B. je nach Größe der einzelnen Pumpe - unterschiedlich sein. Auch bei gleich großen Hydraulikpumpen können diese Werte unterschiedlich sein.

**[0013]** Für noch vielfältigere Schaltungsmöglichkeiten und wenn der Bedarf aufgrund des Verbrauchers gegeben ist, kann eine dritte Hydraulikpumpe vorgesehen sein, wobei die dritte Hydraulikpumpe über die Antriebswelle mit dem Antriebsmotor verbunden ist, wobei das Hydraulikleitungssystem die dritte Hydraulikpumpe mit dem Verbraucher verbindet und eine mit der dritten Hydraulikpumpe verbundene und in die Hauptleitung mündende dritte Zweigleitung aufweist und wobei die Regeleinheit ein drittes Schaltelement aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen der dritten Hydraulikpumpe zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle und/oder einer vorgegebenen Volumenschwelle umstellbar ist.

**[0014]** Um auf relativ aufwändige stetige Regler verzichten zu können, ist gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die Schaltelemente jeweils einen Zweipunktregler mitbilden. Ein Zweipunktregler ist ein unstetig arbeitender Regler mit zwei Ausgangszuständen. Zweipunktregler kommen dann zum Einsatz, wenn die Stellgröße nicht stetig variabel ist, sondern nur zwischen zwei Zuständen wechseln kann, z. B. Ein/Aus oder Minimalwert/Maximalwert.

**[0015]** Für die Hydraulikpumpen kann bevorzugt vorgesehen sein, dass zumindest einer der, vorzugsweise alle, Hydraulikpumpen ein maximales Fördervolumen von  $250 \text{ cm}^3$ , vorzugsweise zwischen  $25$  und  $200 \text{ cm}^3$ , besonders bevorzugt zwischen  $45$  und  $180 \text{ cm}^3$ , aufweist.

**[0016]** Es ist möglich, dass die einzelnen Hydraulikpumpen unterschiedlich groß sind bzw. für unterschiedliche maximale Fördervolumina ausgelegt sind. So kann zum Beispiel die erste Hydraulikpumpe eine größere Hauptpumpe sein.

**[0017]** Für eine einfachere Herstellung und günstigere Anschaffung ist allerdings vorgesehen, dass alle Hydraulikpumpen dieselbe Größe aufweisen bzw. dieselbe Leistung aufbringen. Mithin sind die Hydraulikpumpen im Wesentlichen identisch ausgebildet.

**[0018]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Antriebsmotor als Servomotor, vorzugsweise mit einer maximalen Leistung von  $300$  Kilowatt, besonders bevorzugt mit einer Leistung zwischen  $40$  und  $250$  Kilowatt, ausgebildet ist.

**[0019]** Die gegenständliche Antriebsvorrichtung bildet kein geschlossenes System. Dementsprechend kann vorgesehen sein, dass die Hydraulikpumpen bei eingestelltem Minimalwert auf Tank geschaltet sind.

**[0020]** Es ist möglich, dass der Verbraucher als hydraulischer Rotationsmotor ausgebildet ist. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass der Verbraucher als hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.

**[0021]** Weiters kann vorgesehen sein, dass zwei oder mehrere Verbraucher über das Hydraulikleitungssystem vom Antriebsmotor mit den wenigstens zwei Hydraulikpumpen angetrieben werden. Hier können dann entsprechende Schaltelemente zum Umschalten zwischen Verbrauchern oder zum gleichzeitigen Antreiben vorgesehen sein.

**[0022]** Für eine bessere Handhabung und vielfältigere Einstellmöglichkeiten kann vorgesehen sein, dass in der Hauptleitung des Hydraulikleitungssystems ein, vorzugsweise die Regeleinheit mitbildendes, Wegeventil angeordnet ist.

**[0023]** Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die Regeleinheit eine Messvorrichtung zum Mes-

sen des Hydraulikdrucks und/oder des Volumenstroms in der Hauptleitung aufweist. Gegebenenfalls kann die Messvorrichtung auch dazu ausgebildet sein, eine Relativposition des Kolbens der Kolben-Zylinder-Einheit zu messen.

**[0024]** Schutz wird auch begehrt für eine Formgebungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebsvorrichtung.

**[0025]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

**[0026]** Fig. 1 schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung mit Antriebsmotor, Hydraulikpumpen, Hydraulikleitungssystem, Regeleinheit und Verbraucher,

**[0027]** Fig. 2 schematisch und vereinfacht die Antriebsvorrichtung,

**[0028]** Fig. 3 schematisch die hydraulische Antriebsvorrichtung mit einer auf Tank geschalteten Hydraulikpumpe,

**[0029]** Fig. 4 - 6 Diagramme mit dem maximalen Drehmoment und dem effektiven Drehmoment und

**[0030]** Fig. 7 & 8 Volumen-Druck-Diagramme mit diversen Regellinien.

**[0031]** In Fig. 1 ist schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung 1 dargestellt. Diese hydraulische Antriebsvorrichtung 1 weist einen Antriebsmotor M und eine vom Antriebsmotor M drehbar angetriebene Antriebswelle 2 auf.

**[0032]** Über die Antriebswelle 2 werden die erste Hydraulikpumpe P1 und die zweite Hydraulikpumpe P2 angetrieben. Gegebenenfalls kann auch noch eine dritte Hydraulikpumpe P3 (und wenn gewünscht noch weitere) mit derselben Antriebswelle 2 in Verbindung stehen.

**[0033]** Die Hydraulikpumpen P1, P2, P3 sind als Verstellpumpen ausgebildet und können zwischen zwei Stellungen verstellt werden (angedeutet durch die beiden Pfeile). In einer Stellung (entspricht dem Maximalwert) wird Hydraulikfluid in das Hydraulikleitungssystem 4 gefördert. In der anderen Stellung (entspricht dem Minimalwert) wird kein Hydraulikfluid gefördert oder ein geringerer Wert als der Maximalwert (bzw. gegebenenfalls in den Tank T rückgefördert). Anders ausgedrückt gibt es für die andere (zweite) Stellung drei Möglichkeiten: Fördermenge geringer als Maximalwert, gar kein Volumenstrom wird gefördert oder das Hydraulikfluid wird auf Tank gefördert.

**[0034]** Das Hydraulikleitungssystem 4 weist die erste, von der ersten Hydraulikpumpe P1 abzweigende Zweigleitung 41, die zweite, von der zweiten Hydraulikpumpe P2 abzweigende Zweigleitung 42, (gegebenenfalls die dritte, von der dritten Hydraulikpumpe P3 abzweigende Zweigleitung 43) sowie die Hauptleitung 40, in welche die Zweigleitungen 41, 42 (ggf. 43) münden, auf.

**[0035]** An bzw. in den Hydraulikpumpen P1, P2 und P3 sind jeweils die Schaltelemente S1, S2 und S3 der Regeleinheit 5 angeordnet. Über diese Schaltelemente S1, S2 und S3 kann das Verdrängungsvolumen V der jeweils zugehörigen Hydraulikpumpe P1, P2 und P3 zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle  $p_s$  und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle  $V_s$  umgestellt werden.

**[0036]** In der Hauptleitung 40 ist ein Wegeventil 7 angeordnet. Im konkreten Fall ist dieses Wegeventil 7 als 4/3-Wegeventil ausgebildet und befindet sich einer geschlossenen Stellung C.

**[0037]** Der Verbraucher 3 ist als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet und weist einen Zylinder 30, einen im Zylinder 30 linear bewegbaren Kolben 31, die Kolbenstange 32, die kolbenseitige Kammer 33 und die stangenseitige Kammer 34 auf. In die kolbenseitige Kammer 33 führt die kolbenseitige Leitung 44 des Hydraulikleitungssystems 4, während die stangenseitige Leitung 45 in die stangenseitige Kammer 34 führt.

**[0038]** Befindet sich das Wegeventil 7 - anders als in Fig. 1 dargestellt - in der ersten Offenstellung A (linker Teil des Symbols), dann wird Hydraulikfluid über das Wegeventil 7 und die kolben-

seitige Leitung 44 in die kolbenseitige Kammer 33 des als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Verbrauchers 3 gefördert und der Kolben 31 bewegt sich relativ zum Zylinder 30 nach rechts.

**[0039]** Befindet sich das Wegeventil 7 dagegen in der zweiten Offenstellung B (rechter Teil des Symbols), dann wird Hydraulikfluid über das Wegeventil 7 und die stangenseitige Leitung 45 in die stangenseitige Kammer 34 des Verbrauchers 3 gefördert und der Kolben 31 bewegt sich relativ zum Zylinder 30 nach links.

**[0040]** In der Hauptleitung 40 ist eine Messvorrichtung 6 angeordnet. Mit dieser Messvorrichtung 6 kann der Hydraulikdruck  $p$  oder das Verdrängungsvolumen  $V$  gemessen werden. Alternativ oder zusätzlich kann eine Messvorrichtung 6 in einer der Leitungen 44 oder 45 angeordnet sein.

**[0041]** In Fig. 1 ist die Regeleinheit 5 schematisch angedeutet. Die signaltechnischen Verbindungen zwischen dem Hauptsteuerungsteil der Regeleinheit 5 und den einzelnen weiteren Komponenten (z. B. Schaltelemente S1, S2, S3, Wegeventil 7, Messvorrichtung 6, Antriebsmotor M, usw.) sind nicht dargestellt.

**[0042]** Die Regeleinheit 5 kann mit einer übergeordneten Formgebungsmaschinensteuerung (nicht dargestellt) signaltechnisch verbunden sein oder integraler Bestandteil dieser sein.

**[0043]** Die Regeleinheit 5 hat Zugriff auf eine vorgegebene Druckschwelle  $p_s$  oder auf eine vorgegebene Volumenstromschwelle  $V_s$  zu. Der aktuell von der Messvorrichtung 6 gemessene Hydraulikdruck  $p$  und/oder der aktuell gemessene Volumenstrom wird mit dem passenden Wert verglichen. Wird die Schwelle ( $p_s$  und/oder  $V_s$ ) überschritten, so wird eine der Hydraulikpumpen P1, P2 und/oder P3 umgeschaltet. Wenn zum Beispiel mehr Volumenstrom benötigt wird, wird eine der Hydraulikpumpen P1, P2 oder P3 in den Maximalwert geschaltet. Je mehr Volumenstrom benötigt wird, desto mehr Hydraulikpumpen P1, P2, P3 werden auf den Maximalwert geschaltet. Wenn ein hoher Hydraulikdruck benötigt wird, muss zumindest eine Hydraulikpumpe P1, P2, P3 auf den Minimalwert geschaltet werden. Je höher der benötigte Druck, desto mehr Hydraulikpumpen P1, P2, P3 werden auf den Minimalwert geschaltet.

**[0044]** In Fig. 2 ist die hydraulische Antriebsvorrichtung 1 mit derselben Funktionsweise nochmals vereinfachter dargestellt.

**[0045]** Eine mögliche Erweiterung besteht gemäß Fig. 3 darin, dass eine (oder mehrere) Hydraulikpumpe P2 auf Tank geschaltet ist, während die andere Pumpe P1 in Druckregelung ist. Dadurch ergibt sich weniger Belastung für den Antriebsmotor M. Die Menge auf Tank T ist dabei relativ gering. Es kann ein kleines Volumen mit geringer Drehzahl gefahren werden.

**[0046]** Es sei festgehalten, dass mit der Erfindung ein „Downsizing“ des Antriebsmotors M möglich ist. Es muss als kein überdimensionierte Antriebsmotor M verwendet werden, sondern es genügt, wenn mehrere Hydraulikpumpen P1, P2 (P3) über die Antriebswelle 2 mit dem (kleinen) Antriebsmotor M verbunden sind und mit den Schaltelementen S1, S2 (S3) einen Systemkreis bilden. Jede Hydraulikpumpe P1, P2 (P3) bildet mit seinem zugeordneten Schaltelement S1, S2 (S3) einen Zweipunktregler. Da beide Hydraulikpumpen P1 und P2 einen Verbraucher 3 antreiben, ist durch die vier Schaltstellungen quasi ein Vierpunktregler gegeben. Wenn auch noch eine dritte Hydraulikpumpe P3 mit einem zugeordneten Schaltelement S3 vorgesehen ist, ergibt sich aufgrund der acht möglichen Schaltstellungskombinationen quasi ein Achtpunktregler. Der Antrieb kann somit besser ausgenutzt werden und auf die Verbraucher 3 angepasst werden. Beispielfhaft können also zwei (oder drei) kleinere Hydraulikpumpen anstatt einer großen Hydraulikpumpe eingesetzt werden.

**[0047]** Diese Ausführungen sollen anhand der folgenden Tabelle beispielhaft veranschaulicht werden:

Schwenkwinkel		Bewegung	Druck	erforderliche Menge	maximal mögliche Menge
P1	P2				
100	100	Formbewegung	40	100	100
50	100	Dosieren	65	65	75
100	25	Einspritzen	80	50	62,5
50	25	Hochdruckaufbau	100	35	37,5

**[0048]** Die erste Spalte dieser Tabelle zeigt die beiden möglichen Schwenkwinkel der ersten Hydraulikpumpe P1. Konkret kann mit dieser ersten Hydraulikpumpe P1 in der ersten (maximalen) Schaltstellung eine maximale Fördermenge (Verdrängungsvolumen V) von 100 % gefördert werden (Maximalwert 100) und in der zweiten (minimalen) Schaltstellung eine minimale Fördermenge von 50 % des Verdrängungsvolumens gefördert werden (Minimalwert 50). Die zweite Hydraulikpumpe P2 (zweite Spalte der Tabelle) ist so ausgestaltet, dass beim Maximalwert 100 % und beim Minimalwert 25 % gefördert werden können.

**[0049]** Wie bereits aus diesen ersten beiden Spalten ersichtlich, ergeben sich somit insgesamt vier Kombinationen von Schaltstellungen. Jede dieser Schaltstellungskombinationen ist für eine bestimmte Bewegung des Verbrauchers 3 besonders gut geeignet. Die exakt erforderlichen Mengen werden durch die Drehzahlanpassung erreicht. Anders ausgedrückt werden durch die vier Schaltstellungen die Bereiche gewählt, die exakt gewünschten Mengen werden aber durch die Drehzahlregelung erreicht.

**[0050]** So erfolgt - wenn beide Hydraulikpumpen P1 und P2 über ihre jeweiligen Schaltelemente S1 und S2 auf dem Maximalwert bei 100 % gefahren werden - über den hydraulisch angetriebenen Verbraucher 3 die Formbewegung bei einem beispielhaften Druck von 40 % des Maximalwerts mit einer beispielhaften Fördermenge von 100 % (vergleiche dritte, vierte und fünfte Spalte der Tabelle).

**[0051]** Wenn die erste Hydraulikpumpe P1 auf den Minimalwert von 50 % eingestellt ist und die zweite Hydraulikpumpe P2 auf den Maximalwert von 100 %, so erfolgt über den Verbraucher 3 das Dosieren bei einem Druck von 65 % und bei einer (erforderlichen) Fördermenge von 65 %.

**[0052]** Wenn die erste Hydraulikpumpe P1 auf den Maximalwert von 100 % eingestellt ist und die zweite Hydraulikpumpe P2 auf den Minimalwert von 25 %, so erfolgt über den Verbraucher 3 das Einspritzen bei einem Druck von 80 % und bei einer Fördermenge von 50 %.

**[0053]** Wenn die erste Hydraulikpumpe P1 auf den Minimalwert von 50 % eingestellt ist und die zweite Hydraulikpumpe P2 auf den Minimalwert 25 %, so erfolgt über den Verbraucher 3 der Hochdruckaufbau bei einem Druck von 100 % und bei einer Fördermenge von 35 %.

**[0054]** Somit ergibt sich insgesamt ein Vierpunktregler.

**[0055]** Wenn noch eine dritte Hydraulikpumpe P3 zugeschaltet ist, so ergeben sich noch feinere Aufteilungen und insgesamt ein Achtpunktregler aufgrund der acht Kombinationsmöglichkeiten von Schaltstellungen.

**[0056]** In Fig. 4 ist ein Diagramm mit dem maximalen Drehmoment  $D_{\max}$  des Antriebsmotors M und dem Effektivmoment  $D_{\text{eff}}$  des Antriebsmotors M aufgetragen. Auf der Ordinate des Diagramms ist das Drehmoment in Newtonmeter (Nm) aufgetragen, während auf der Abszisse die Motorumdrehungen pro Minute (U/min) aufgetragen sind. Das Effektivmoment  $D_{\text{eff}}$  kann auch als Dauermoment bezeichnet werden und entspricht der Summe aller Arbeitspunkte bzw. der Durchschnittsleistung über den Zyklus des Antriebsmotors M. Der Punkt X steht beispielhaft für einen Betriebspunkt für die kurzzeitig auftretende maximale Last. Die Punkte  $L_{\text{high}}$  und  $L_{\text{low}}$  sind Lastpunkte. Konkret verschiebt sich der Lastpunkt  $L_{\text{high}}$  - welcher einem konkreten Lastpunkt bei einer Hydraulikpumpe nach dem Stand der Technik entspricht - durch den Einsatz von zwei Hydraulikpumpen P1 und P2 auf den Lastpunkt  $L_{\text{low}}$ , welcher unterhalb dem Effektivmoment  $D_{\text{eff}}$  des Antriebsmotors M liegt. Dadurch steigt die Drehzahl (U/min), während das Drehmoment (Nm) sinkt. Anders ausgedrückt schwenkt eine der Hydraulikpumpen P1 bzw. P2 zurück, wodurch das Dreh-

moment kleiner wird und sich die Drehzahl vergrößert. Die Änderung hat auch eine positive Auswirkung auf die Effektivmomentpunkte  $E_{\text{high}}$  und  $E_{\text{low}}$  des Antriebsmotors. Ergibt sich der Effektivmomentpunkt  $E_{\text{high}}$  (was beim Lastpunkt  $L_{\text{high}}$  der Fall wäre), so müsste eigentlich der Antriebsmotor  $M$  vergrößert oder die Zykluszeit verlängert werden, damit dieser Ablauf überhaupt geschafft werden könnte. Durch die vorliegende Erfindung kann man unter der Effektivmoment-Linie  $D_{\text{eff}}$  bleiben, was durch den Effektivmomentpunkt  $E_{\text{low}}$  verdeutlicht ist. Mithin ergibt sich ein positiver Effekt auf die Auslegung, der Effektivmoment  $D_{\text{eff}}$  sinkt.

**[0057]** Die Fig. 5 und 6 zeigen gegenübergestellte Diagramme, wiederum mit dem maximalen Drehmoment  $D_{\text{max}}$  und dem Effektivmoment  $D_{\text{eff}}$ . Zudem sind Arbeitspunkte mit verschiedenen geometrischen Formen aufgetragen, welche unterschiedlichen Bewegung des Verbrauchers entsprechen. In Übereinstimmung mit der oben bereits angeführten und erläuterten Tabelle, entspricht der Kreis der Formbewegung, das Quadrat dem Dosieren, die Raute dem Einspritzen und das Dreieck dem Hochdruckaufbau. Wie in Fig. 5 angedeutet, wird durch die zusätzlichen Schaltstellungen bei Bewegung mit einer großen Fördermenge und einem mittleren Druckarbeitspunkt erreicht, dass sich die Arbeitspunkte für das Dosieren und das Einspritzen unterhalb der Linie für den maximalen Drehmoment  $D_{\text{max}}$  befinden. Somit wird auch hier das „Downsizing“ veranschaulicht. Es ist ersichtlich, dass mit einem einzigen Zweipunktregler dieser Antriebsmotor  $M$  nicht gewählt werden könnte. Durch den Vierpunktregler können die Arbeitspunkte in die Motorkennlinie verschoben werden.

**[0058]** In Fig. 7 ist in einem Diagramm noch eine Gegenüberstellung von Konstantpumpe, Regelpumpe, 2-Punkt-Regler, 3-Punkt-Regler und 4-Punkt-Regler illustriert. Auf der Abszisse des Diagramms ist der Druck (bar) in Prozent aufgetragen, während auf der Ordinate der Fördermenge ( $\text{cm}^3$ ) in Prozent aufgetragen ist. Bei der (nicht erfindungsgemäßen) Konstantpumpe ist immer die maximale Fördermenge und der maximale Druck auslegungsrelevant. Bei der (nicht erfindungsgemäßen) Regelpumpe ergibt sich eine relativ gerade Regelkurve, wobei eine solche Regelpumpe aber relativ aufwändig und kostenintensiv. Dagegen können mit den Mehrpunktreglern mehrere Schaltpunkte angefahren werden.

**[0059]** Schließlich ist in Fig. 8 noch - ähnlich wie in Fig. 7 - ein Diagramm dargestellt, in welchem die Regellinien des Zweipunktreglers und des Vierpunktreglers mit den bereits erläuterten Arbeitspunkten bzw. Bewegungen des Verbrauchers 3 verknüpft sind.

#### BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 hydraulische Antriebsvorrichtung
- 2 Antriebswelle
- 3 Verbraucher
- 30 Zylinder
- 31 Kolben
- 32 Kolbenstange
- 33 kolbenseitige Kammer
- 34 stangenseitige Kammer
- 4 Hydraulikleitungssystem
- 40 Hauptleitung
- 41 erste Zweigleitung
- 42 zweite Zweigleitung

43	dritte Zweigleitung
44	kolbenseitige Leitung
45	stangenseitige Leitung
5	Regeleinheit
6	Messvorrichtung
7	Wegeventil
P1	erste Hydraulikpumpe
P2	zweite Hydraulikpumpe
P3	dritte Hydraulikpumpe
S1	erstes Schaltelement
S2	zweites Schaltelement
S3	drittes Schaltelement
M	Antriebsmotor
V	Verdrängungsvolumen
$p_s$	Druckschwelle
$V_s$	Volumenstromschwelle
T	Tank
p	Hydraulikdruck
A	erste Offenstellung
B	zweite Offenstellung
C	geschlossene Stellung
$D_{\max}$	maximales Drehmoment
$D_{\text{eff}}$	Effektivmoment
X	maximaler Betriebspunkt
$L_{\text{high}}$	Lastpunkt
$L_{\text{low}}$	Lastpunkt
$E_{\text{high}}$	Effektivmomentpunkt
$E_{\text{low}}$	Effektivmomentpunkt

## Patentansprüche

1. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) für eine Formgebungsmaschine, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit
  - einer ersten Hydraulikpumpe (P1),
  - einem mit der ersten Hydraulikpumpe (P1) über eine Antriebswelle (2) verbundenen Antriebsmotor (M),
  - wenigstens einem Verbraucher (3),
  - einem Hydraulikleitungssystem (4), welches die erste Hydraulikpumpe (P1) mit dem Verbraucher (3) verbindet, und
  - einer Regeleinheit (5) zum Regeln der hydraulischen Antriebsvorrichtung (1), wobei die Regeleinheit (5) ein erstes Schaltelement (S1) aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen (V) der ersten Hydraulikpumpe (P1) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle ( $p_s$ ) und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle ( $V_s$ ) umstellbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine zweite Hydraulikpumpe (P2) vorgesehen ist,
    - wobei die zweite Hydraulikpumpe (P2) über die Antriebswelle (2) mit dem Antriebsmotor (M) verbunden ist,
    - wobei das Hydraulikleitungssystem (4) die zweite Hydraulikpumpe (P2) mit dem Verbraucher (3) verbindet und eine mit der ersten Hydraulikpumpe (P1) verbundene erste Zweigleitung (41), eine mit einer zweiten Hydraulikpumpe (P2) verbundene zweite Zweigleitung (42) und eine Hauptleitung (40) aufweist, wobei die beiden Zweigleitungen (41, 42) in die Hauptleitung (40) münden, und
    - wobei die Regeleinheit (5) ein zweites Schaltelement (S2) aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen (V) der zweiten Hydraulikpumpe (P2) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle ( $p_s$ ) und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle ( $V_s$ ) umstellbar ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte Hydraulikpumpe (P3) vorgesehen ist,
  - wobei die dritte Hydraulikpumpe (P3) über die Antriebswelle (2) mit dem Antriebsmotor (M) verbunden ist,
  - wobei das Hydraulikleitungssystem (4) die dritte Hydraulikpumpe (P3) mit dem Verbraucher (3) verbindet und eine mit der dritten Hydraulikpumpe (P3) verbundene und in die Hauptleitung (40) mündende dritte Zweigleitung (43) aufweist und
  - wobei die Regeleinheit (5) ein drittes Schaltelement (S3) aufweist, durch das ein Verdrängungsvolumen (V) der dritten Hydraulikpumpe (P3) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle ( $p_s$ ) und/oder einer vorgegebenen Volumenstromschwelle ( $V_s$ ) umstellbar ist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltelemente (S1, S2, S3) jeweils einen Zweipunktregler mitbilden.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der, vorzugsweise alle, Hydraulikpumpen (P1, P2, P3) ein maximales Fördervolumen von  $250 \text{ cm}^3$ , vorzugsweise zwischen  $25$  und  $200 \text{ cm}^3$ , besonders bevorzugt zwischen  $45$  und  $180 \text{ cm}^3$ , aufweist.
5. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antriebsmotor (M) als Servomotor, vorzugsweise mit einer maximalen Leistung von  $300$  Kilowatt, besonders bevorzugt mit einer Leistung zwischen  $40$  und  $250$  Kilowatt, ausgebildet ist.

6. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Hydraulikpumpen (P1, P2, P3) bei eingestelltem Minimalwert auf Tank (T) geschaltet ist.
7. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbraucher (3) als hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Hauptleitung (40) des Hydraulikleitungssystems (4) ein, vorzugsweise die Regeleinheit (5) mitbildendes, Wegeventil (7) angeordnet ist.
9. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regeleinheit (5) eine Messvorrichtung (6) zum Messen des Hydraulikdrucks (p) und/oder des Volumenstroms in der Hauptleitung (40) aufweist.
10. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regeleinheit (5) das erste Schaltelement (S1) und das zweite Schaltelement (S2) aufweist, die jeweils einen Zweipunktregler mitbilden, wobei sich vier verschiedene Kombinationen von Schaltstellungen der Schaltelemente (S1, S2) ergeben.
11. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regeleinheit (5) das dritte Schaltelement (S3) aufweist, das einen Zweipunktregler mitbildet, wobei sich acht verschiedene Kombinationen von Schaltstellungen der Schaltelemente (S1, S2, S3) ergeben.
12. Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

**Hierzu 6 Blatt Zeichnungen**

Fig. 1

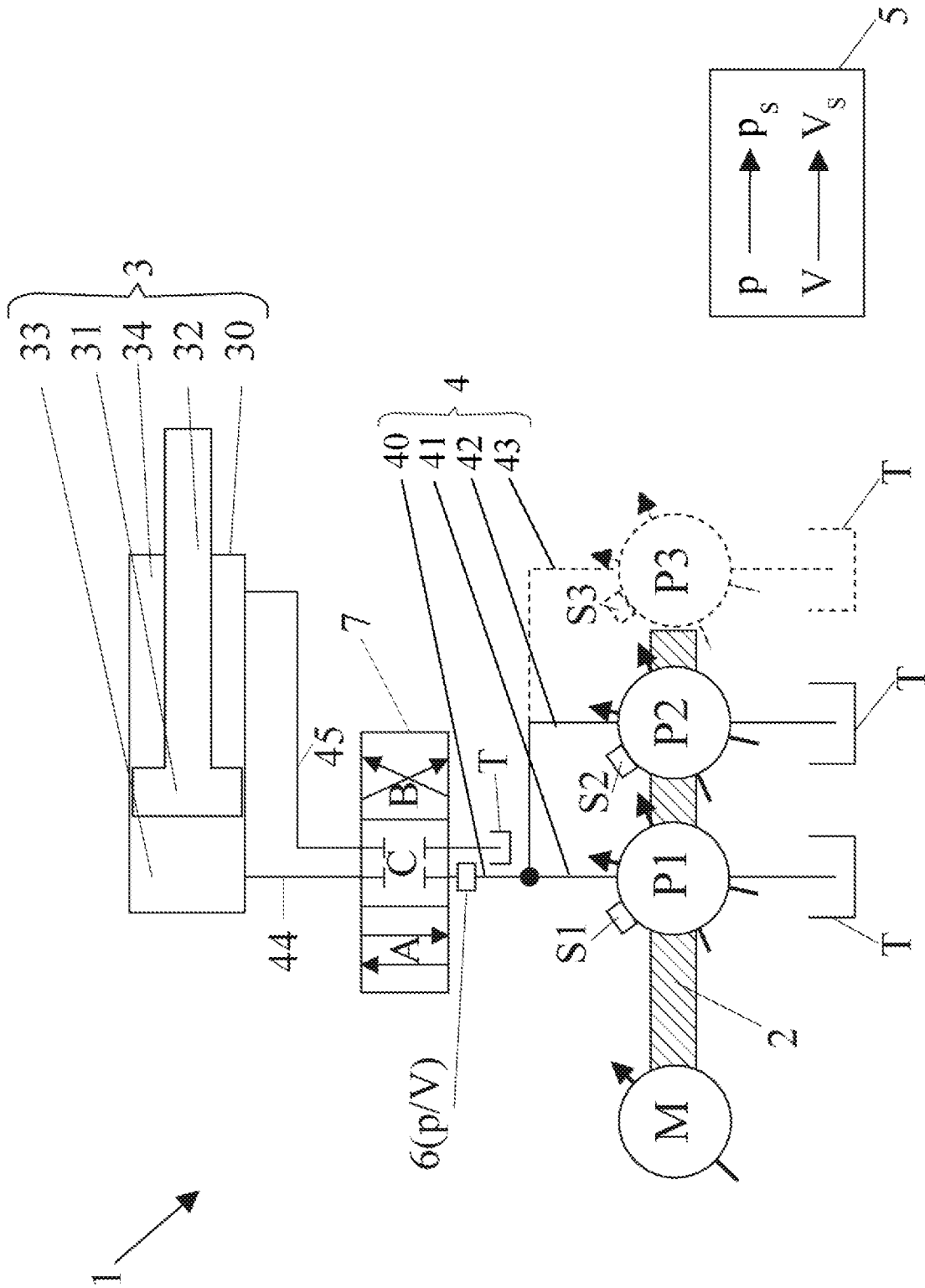


Fig. 3

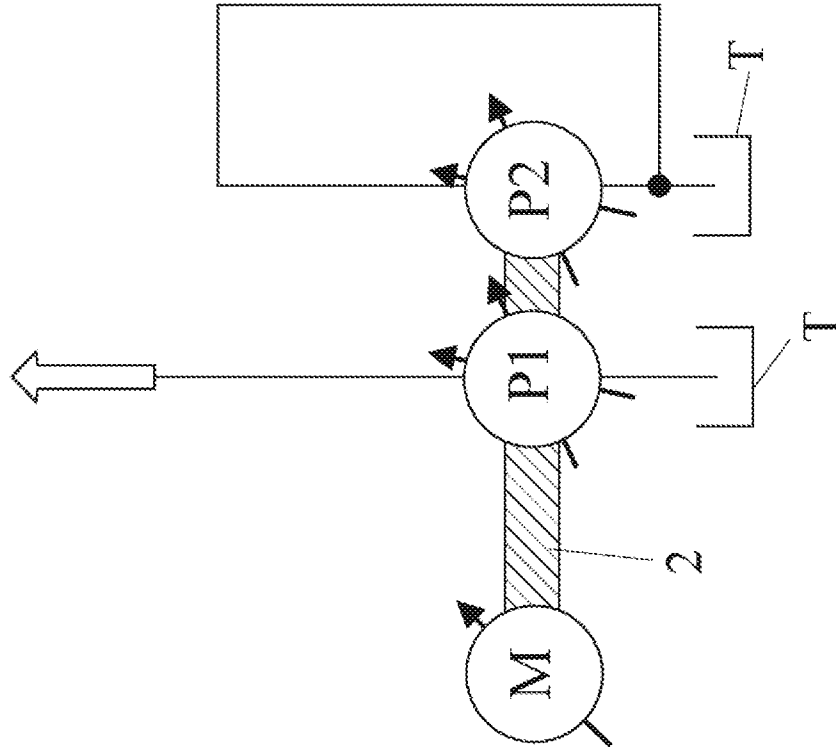


Fig. 2

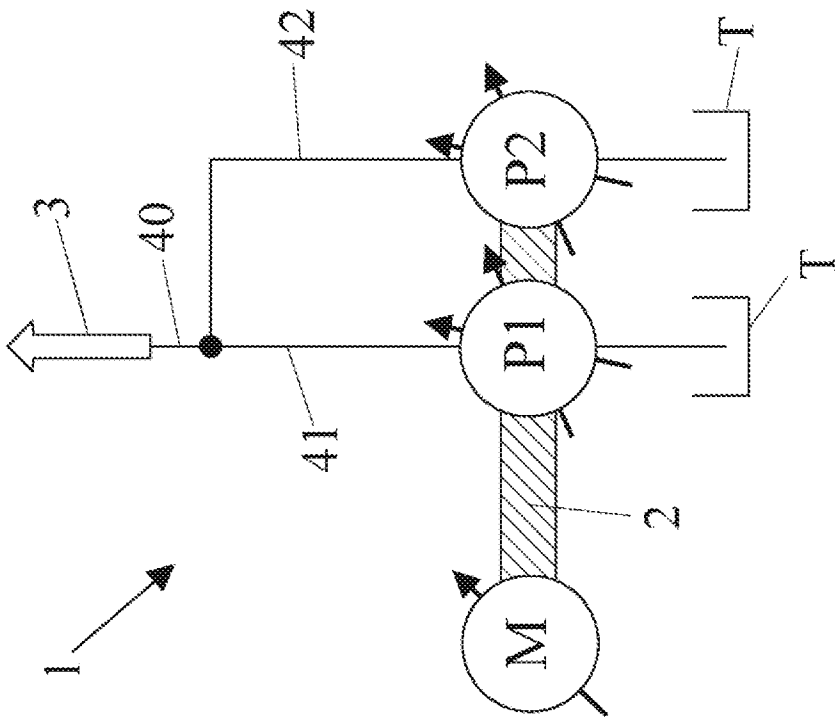


Fig. 4

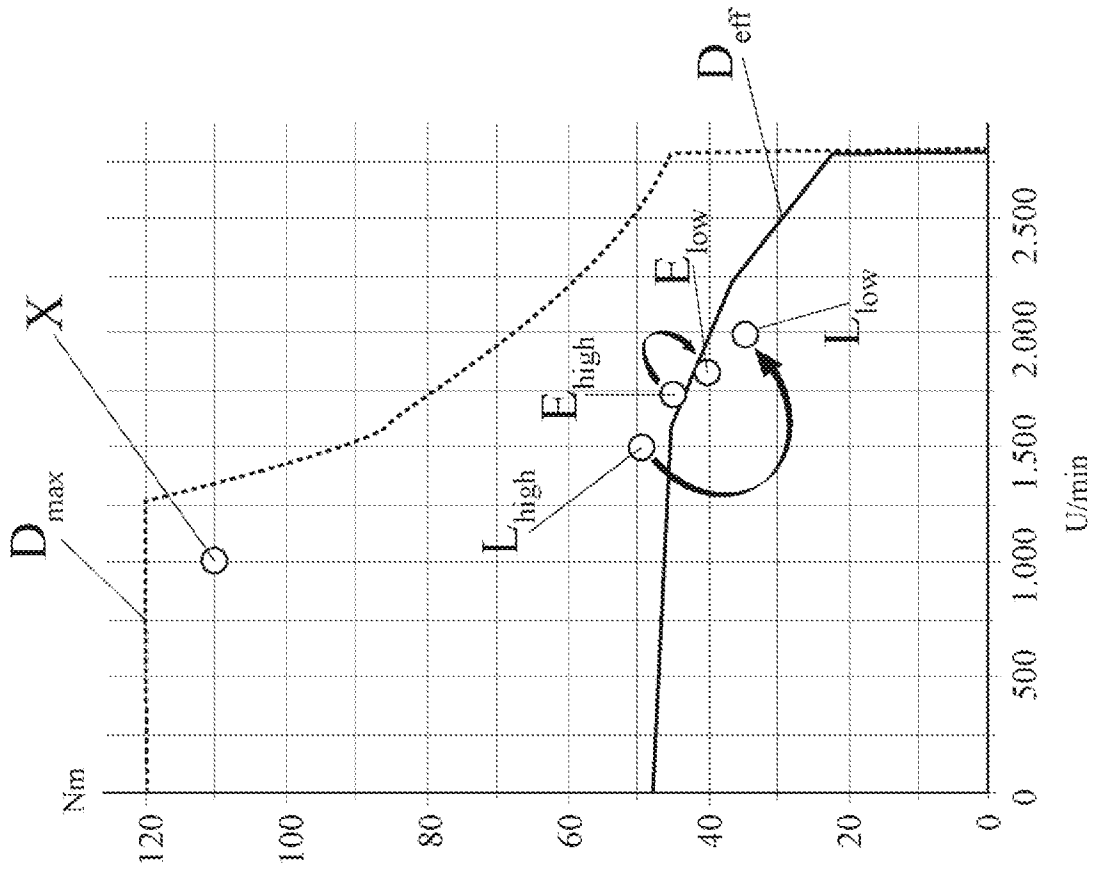


Fig. 6

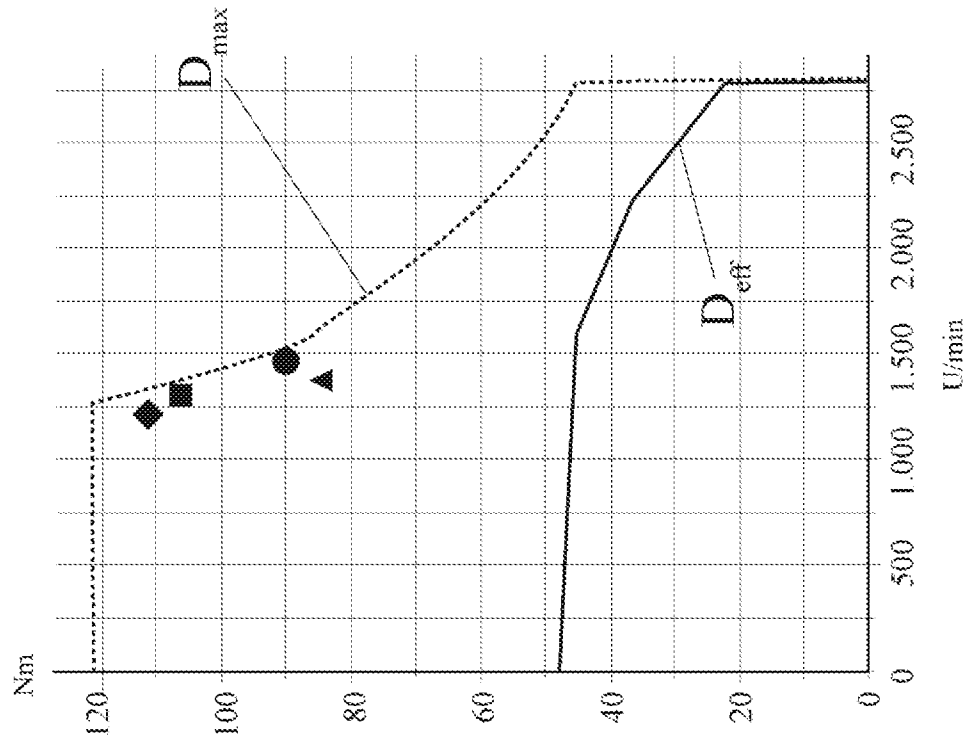
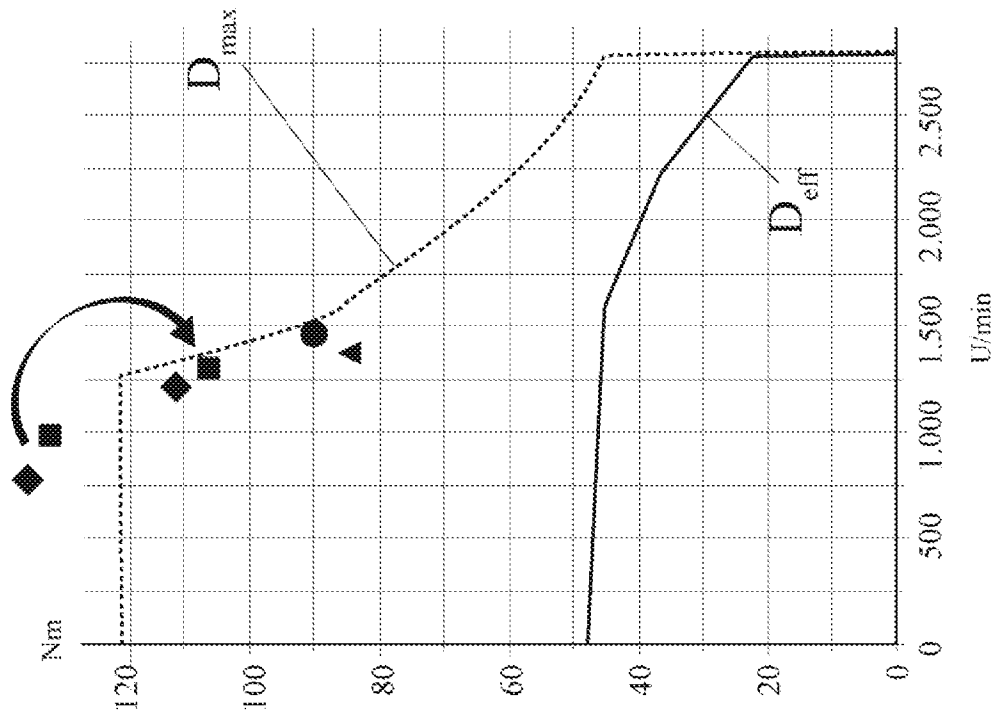


Fig. 5



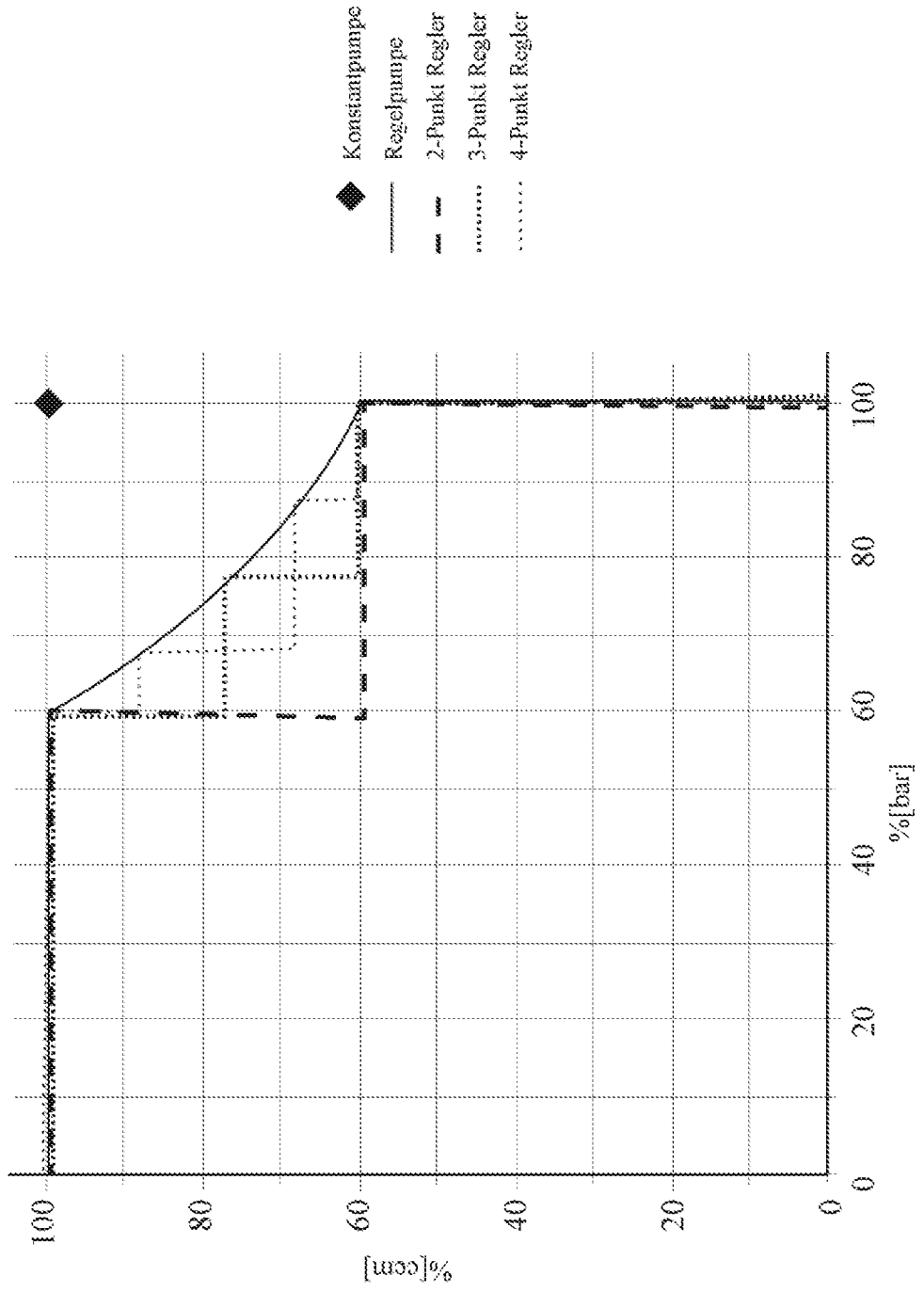


Fig. 7

Fig. 8

