



(10)

(12)

(21) Anmeldenummer: **A 1277/2007**

(51) Int. Cl.⁸: **B29C 45/82** (2006.01)

(22) Anmeldetag: 14.08.2007

(43) Veröffentlicht am: **15.05.2008**

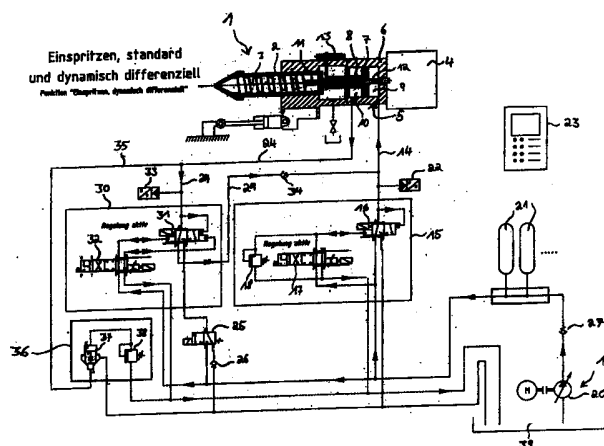
(30) Priorität:

30.09.2006 DE 102006046591
beansprucht.

(73) Patentanmelder:

KRAUSS MAFFEI GMBH
D-80997 MÜNCHEN (DE)

(57) Beschrieben werden ein Verfahren und eine Vorrichtung für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine, wobei eine Kolben-Zylinder-Einheit (6) mit einem kolbenseitigen Druckraum (9) und einem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) vorgesehen ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass in einer ersten Phase des Einspritzens der Kolben (6) differentiell betrieben wird, wobei das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Druckmedium zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet und zusammen mit dem von der Druckmediumquelle (19) kommenden Druckmedium dem kolbenseitigen Druckraum (9) zugeführt wird, und dass nachfolgend in einer zweiten Phase die aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Menge an Druckmedium, die zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, stetig verringert wird, vorzugsweise bis kein Gegendruck mehr in dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) vorliegt. Die Einstellung des Verhältnisses zwischen derjenigen Menge an ausströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank (39) abgeleitet wird, erfolgt durch ein in der dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) zugeordneten Druckleitung (24) angeordnetes Regelventil (31).

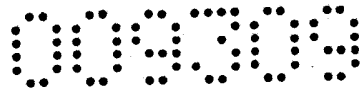


DVR. 0078018

Zusammenfassung

Beschrieben werden ein Verfahren und eine Vorrichtung für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine, wobei eine Kolben-Zylinder-Einheit (6) mit einem kolbenseitigen Druckraum (9) und einem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) vorgesehen ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass in einer ersten Phase des Einspritzens der Kolben (6) differentiell betrieben wird, wobei das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Druckmedium zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet und zusammen mit dem von der Druckmediumquelle (19) kommenden Druckmedium dem kolbenseitigen Druckraum (9) zugeführt wird, und dass nachfolgend in einer zweiten Phase die aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Menge an Druckmedium, die zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, stetig verringert wird, vorzugsweise bis kein Gegendruck mehr in dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) vorliegt. Die Einstellung des Verhältnisses zwischen derjenigen Menge an ausströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank (39) abgeleitet wird, erfolgt durch ein in der dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) zugeordneten Druckleitung (24) angordnetes Regelventil (31).

(Fig. 10)



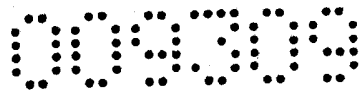
Verfahren und Vorrichtung für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 12.

Der derzeit bekannte Stand der Technik soll nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 7 beschrieben werden. Die Figuren 1 bis 3 zeigen den Stand der Technik für eine Einspritzeinheit, die nur in dem Modus „Standard-Einspritzen“ betrieben werden kann, wohingegen die Figuren 4 bis 7 den Stand der Technik für eine Einspritzeinheit zeigen, die wahlweise im Modus „Standard-Einspritzen“ oder im Modus „Differenzielles Einspritzen“ betrieben werden kann.

Figur 1 zeigt die eigentliche Einspritzeinheit 1 und die für deren Betrieb in dem Modus „Standard-Einspritzen“ erforderlichen hydraulischen Elemente in Grundposition. Bei der Einspritzeinheit 1 einer Spritzgießmaschine ist in einem Plastifizierzylinder 2 eine Plastifizierschnecke 3 mittels eines Drehantriebs 4 drehbar und mittels einer Kolben-Zylinder-Einheit 5 axial verschieblich aufgenommen. Die Kolben-Zylinder-Einheit 5 weist in einem Zylinder 6 einen Kolben 7 und eine mit der Antriebswelle 11 der Plastifizierschnecke 3 verbundene Kolbenstange 8 auf, so dass der Zylinder 6 in einen kolbenseitigen Druckraum 9 und einen kolbenstangenseitigen Druckraum 10 unterteilt ist. Nachfolgend soll also unter dem kolbenseitigen Druckraum derjenige Druckraum verstanden werden, der sich auf der der Plastifizierschnecke abgewandten Seite des Kolbens 7 befindet und unter dem kolbenstangenseitigen Druckraum derjenige Druckraum, der sich auf der der Plastifizierschnecke zugewandten Seite des Kolbens 7 befindet. Die Abtriebswelle 12 des Drehantriebs 4 verfügt an ihrer Oberfläche über Längsnuten und steht mit passenden Längsnuten im Eingriff, die in einer durch den Kolben hindurchgehenden und in die Kolbenstange hineinragenden Bohrung eingelassen sind. Auf diese Weise führt die von dem Drehantrieb erzeugte Drehbewegung zu einer Drehung des Kolbens einschließlich der Kolbenstange und damit der Plastifizierschnecke 3. Mittels eines Wegmesssystems 13 kann die Position der Kolbenstange und damit auch der Plastifizierschnecke erfaßt werden. Von dem



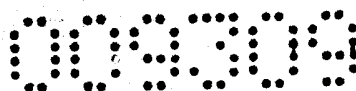
kolbenseitigen Druckraum 9 führt eine Druckleitung 14 zu einem Ventilblock 15, mit dem die Druckleitung 14 wahlweise mit einer Druckmediumquelle 19 oder einem Tank 39 verbindbar ist. Die Ventilblock 15 weist ein Regelventil 16 auf, das von einem Pilotventil 17 mit Druckbegrenzungsventil 18 angesteuert wird. In der Grundposition befindet sich das Regelventil 16 zu 100% in der rechten Schaltstellung. Als Druckmediumquelle kann eine elektromotorisch betriebene Verstellpumpe 20 vorgesehen werden, mit der das Druckmedium aus dem Tank 39 gefördert werden kann. Bedarfsweise können zusätzlich ein oder mehrere Druckspeicher 21 vorgesehen werden. In der Druckleitung 14 ist ein Druckaufnehmer 22 angeordnet, dessen Signale von der Steuerung 23 der Spritzgießmaschine verarbeitet werden können. Darüberhinaus werden von der Steuerung 23 die Parameter für die Funktionen des Einspritzens und des Aufdosierens mit dem damit verbundenen Schneckenrückzug bereitgestellt. Von dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 führt eine weitere Druckleitung 24 zu einem Schaltventil 25, mit dem die Druckleitung 24 wahlweise mit der Druckmediumquelle 19 oder dem Tank 39 verbindbar ist. In der Grundposition befindet sich das Schaltventil 25 in der rechten Schaltstellung. Ein federbelastetes Rückschlagventil 26 dient zur Absicherung von unerwünschten Tankdrücken im kolbenstangenseitigen Druckraum 10, während ein weiteres federbelastetes Rückschlagventil 27 die Verstellpumpe 20 vor unerwünschten Druckspitzen aus den Druckspeichern 21 schützt.

Mit der Aktivierung der Funktion „Einspritzen - Standard“ (siehe Figur 2) wird das Regelventil 16 in seine linke Schaltstellung gebracht und es kommt durch einen Aufruf der Verstellpumpe 20 und/oder durch eine Aktivierung der Druckspeicher 21 zu einem Volumenstrom des verwendeten Druckmediums durch das Regelventil 16 in den kolbenseitigen Druckraum 9. Dieser Volumenstrom wird durch den Ventilblock 15 auf den gewünschten Druck und die gewünschte Menge geregelt. Die für die Regelung benötigten Parameter werden von dem Druckaufnehmer 22 und dem Wegmesssystem 13 der Steuerung 23 zur Verfügung gestellt. Diese leitet die aufbereiteten Regelparameter an den Ventilblock 15 weiter. Der geregelte Volumenstrom bewirkt ein Ausfahren des Kolbens 7 und damit eine Vorwärtsbewegung der Plastifizierschnecke 3. Hierbei ist die vollständige Fläche des Kolbens 7 als Wirkfläche zu betrachten. Das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 abströmende Druckmedium gelangt über das Schaltventil 25 in seiner rechten Schaltstellung nahezu gegendruckdruckfrei in den

Tank 39. Die Schaltstellung gemäß Figur 2 bleibt vom Beginn des Einspritzvorgangs bis zum Ende der Nachdruckphase unverändert. Aufgrund der großen Mengen an Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum gefördert werden müssen, hängt die Geschwindigkeit, mit der der Kolben 7 nach vorne bewegt werden kann, von der installierten Pumpenleistung ab. Um hohe Einspritzgeschwindigkeiten realisieren zu können, müssen leistungsfähige und demzufolge vergleichsweise teure Pumpen verwendet werden. Andererseits ist am Ende des Einspritzvorgangs, wenn die Kavität eines Spritzgießwerkzeugs schon weitgehend gefüllt ist, sowie in der späteren Nachdruckphase keine hohe Einspritzgeschwindigkeit mehr erforderlich, sondern es muss ein verhältnismäßig hoher Druck aufgebaut werden, was auch mit einer geringeren Pumpenleistung erreicht werden kann, da der kolbenstangenseitige Druckraum 10 praktisch drucklos ist.

Die Figur 3 zeigt die Schaltstellung bei der Funktion „Schneckenrückzug“, bei der ebenfalls (wie oben) ein Volumenstrom an Druckmedium notwendig ist. Die Funktion „Schneckenrückzug“ wird eingeleitet durch die Aktivierung des Schaltventils 25, wobei die linke Schaltstellung eingenommen wird. Nun kann Druckmedium von der Druckmittelquelle 19 über das Schaltventil 25 und die Druckleitung 24 in den kolbenstangenseitigen Druckraum 10 gefördert werden. Parallel dazu wird das Regelventil 16 in seine rechte Schaltstellung gebracht, so dass das aus dem kolbenseitigen Druckraum 9 abströmende Druckmedium über den Ventilblock 15 nahezu gegendruckfrei oder – je nach Stellung des Regelventils 16 - mit einem gewünschten Staudruck zum Tank 39 geleitet werden kann. Die Einstellung des Staudrucks erfolgt über das Pilotventil 17, wobei die hierzu erforderlichen Parameter aus der Steuerung 23 bereitgestellt werden.

Die in den Figuren 4 bis 7 dargestellte Einspritzeinheit 1 ist identisch mit der oben beschriebenen Einspritzeinheit. Ebenso sind die gleichen hydraulischen Elemente wie oben beschrieben vorhanden. Die Figur 4 zeigt die eigentliche Einspritzeinheit 1 und die für deren Betrieb erforderlichen hydraulischen Elemente in der gleichen Grundposition wie in der Figur 1. Zusätzlich ist nunmehr in der dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 zugeordneten Druckleitung 24 ein weiteres Schaltventil 28 vorgesehen, von dem eine Verbindungsleitung 29 abzweigt, die mit der an den kolbenseitigen Druckraum 9 angeschlossenen Druckleitung 14 verbunden ist. Mittels des Schaltventils 28 kann der



kolbenstangenseitige Druckraum 10 wahlweise einerseits über das Schaltventil 25 mit dem Tank oder andererseits über die Verbindungsleitung 29 und die Druckleitung 14 mit dem kolbenseitigen Druckraum 9 verbunden werden. In der Grundposition gemäß Figur 4 befindet sich das Schaltventil 28 in seiner rechten Schaltstellung.

Bei der Aktivierung der Funktion „Einspritzen - Standard“ (siehe Figur 5) wird die Schaltstellung des Schaltventils 28 in der Grundposition beibehalten und es kommt durch einen Aufruf der Verstellpumpe 20 und/oder durch eine Aktivierung der Druckspeicher 21 zu einem Volumenstrom des verwendeten Druckmediums durch das Regelventil 16 in den kolbenseitigen Druckraum 9. Die Regelung des Volumenstroms und der Verlauf des Einspritzens entsprechen dem oben bei Figur 2 beschriebenen Stand der Technik.

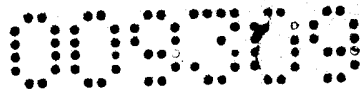
Bei der Aktivierung der Funktion „Einspritzen - Differenziell“ (siehe Figur 6) wird das Schaltventil 28 in die linke Schaltstellung gebracht, so dass die Druckleitung 24 über die Verbindungsleitung 29 mit der Druckleitung 14 verbunden ist. Durch einen Aufruf der Verstellpumpe 20 und/oder durch eine Aktivierung der Druckspeicher 21 kommt es zu einem Volumenstrom des verwendeten Druckmediums durch das Regelventil 16 in den kolbenseitigen Druckraum 9. Dieser Volumenstrom wird wie oben beschrieben mittels des Ventilblocks 15 geregelt. Das in den kolbenseitigen Druckraum 9 einströmende Druckmedium bewirkt ein Ausfahren des Kolbens 7, wobei das im kolbenstangenseitigen Druckraum 10 befindliche Druckmedium aus diesem verdrängt wird. Das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 ausströmende Druckmedium wird über das Schaltventil 28 und die Verbindungsleitung 29 in die Druckleitung 14 geleitet und zusammen mit dem von der Druckmediumquelle 19 kommenden Druckmedium dem kolbenseitigen Druckraum 9 zugeführt. Dabei werden weder der Druck noch die Menge des ausströmenden Druckmediums von dem Schaltventil 28 beeinflusst. Aufgrund dieser Verbindung zwischen den beiden Druckräumen 10 und 9 kommt es zu einem differenziellen Einspritzvorgang. Hierdurch wird im Vergleich zum Modus „Einspritzen – Standard“ eine höhere Geschwindigkeit des Kolbens 7 und damit eine höhere Einspritzgeschwindigkeit erzielt. Dies ist insbesondere bei Einspritzen in großvolumige Kavitäten von Vorteil, denn hierbei ist der benötigte Einspritzdruck zunächst gering und durch das differenzielle Einspritzen wird die Formfüllung beschleunigt. Nachteilig ist jedoch der vergleichsweise niedrige Einspritzdruck, da der

Kolben 7 mit einem Gegendruck in dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 beaufschlagt ist und damit nur die Differenzfläche beider Kolbenseiten als effektive Fläche für eine Krafterzeugung mit dem Druckmedium beaufschlagt ist. Daher kann unter Umständen nicht mehr das für eine vollständige Füllung der Kavität oder das für die Nachdruckphase erforderliche Druckniveau in der Kolben-Zylinder-Einheit erzeugt werden, zumindest nicht ohne zusätzliche Maßnahmen. Im Unterschied zum Modus „Standard – Einspritzen“ kann daher bei gleicher installierter Pumpenleistung eine höhere Einspritzgeschwindigkeit erzielt werden, allerdings zu Lasten des maximal erzielbaren Einspritzdrucks.

Die Figur 7 zeigt die Schaltstellung bei der Funktion „Schneckenrückzug“, bei der ebenfalls (wie oben) ein Volumenstrom an Druckmedium notwendig ist. Die Funktion „Schneckenrückzug“ wird eingeleitet durch die Aktivierung des Schaltventils 25, wobei die linke Schaltstellung eingenommen wird, und das Schaltventil 28 wird in seine rechte Schaltstellung gebracht. Nun kann Druckmedium von der Druckmittelquelle 19 über die Schaltventile 25, 28 und über die Druckleitung 24 in den kolbenstangenseitigen Druckraum 10 gefördert werden. Parallel dazu wird das Regelventil 16 in seine rechte Schaltstellung gebracht, so dass das aus dem kolbenseitigen Druckraum 9 abströmende Druckmedium über den Ventilblock 15 nahezu gegendruckfrei oder mit einem gewünschtem Staudruck – je nach Stellung des Regelventils 16 - zum Tank 39 geleitet werden kann. Die Einstellung des Staudrucks erfolgt über das Pilotventil 17, wobei die hierzu erforderlichen Parameter aus der Steuerung 23 bereitgestellt werden.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine anzugeben, um bei gleicher installierter Pumpenleistung im Unterschied zum Stand der Technik sowohl eine hohe Einspritzgeschwindigkeit als auch einen hohen Einspritzdruck erzielen zu können. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine hierfür geeignete Vorrichtung anzugeben.

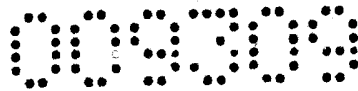
Die Lösung der zuerst genannten Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1. Dadurch, dass in einer ersten Phase des Einspritzens der Kolben differentiell betrieben wird, wobei das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum ausströmende Druckmedium zu dem kolbenseitigen Druckraum geleitet und



zusammen mit dem von der Druckmediumquelle kommenden Druckmedium dem kolbenseitigen Druckraum zugeführt wird, kann in dieser Phase eine hohe Einspritzgeschwindigkeit erzielt werden. Dadurch, dass nachfolgend in einer zweiten Phase die aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum ausströmende Menge an Druckmedium, die zu dem kolbenseitigen Druckraum geleitet wird, verringert wird, wird der Gegendruck in dem kolbenstangenseitigen Druckraum reduziert und demzufolge der Einspritzdruck erhöht. Das Einspritzen erfolgt also in einer auf die jeweiligen Phasen des Einspritzens abgestimmten optimierten Art und Weise. Damit kann mit ein- und derselben installierten Pumpenleistung sowohl eine hohe Einspritzgeschwindigkeit als auch ein hoher Einspritzdruck realisiert werden. In der zweiten Phase kann die zu dem kolbenseitigen Druckraum geleitete Menge an ausströmendem Druckmedium stetig verringert werden, beispielsweise bis ein Minimum erreicht ist, das in einer sich anschließenden dritten Phase beibehalten wird. Der maximale Einspritzdruck wird erreicht, wenn das Minimum bei Null liegt, d.h. wenn von dem abströmenden Druckmedium nichts mehr in den kolbenseitigen Druckraum umgeleitet wird. In diesem Fall wird der kolbenstangenseitige Druckraum praktisch drucklos gehalten und der kolbenseitige Druckraum wird von Druckmedium aus der Druckmittelquelle beaufschlagt. Das abströmende Druckmedium kann in einen Tank abgeleitet werden.

Das Umschalten von der ersten Phase auf die zweite Phase des Einspritzens kann auf mehrere unterschiedliche Arten geregelt werden: druckabhängig (in Abhängigkeit von dem Druck in dem kolbenseitigen Druckraum oder in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen dem Druck beider Druckräume), zeitabhängig oder wegabhängig (in Abhängigkeit von der Position der Kolbenstange bzw. der Plastifizierschnecke).

Die Lösung der zweitgenannten Aufgabe erfolgt durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 12. Bei einer an sich bekannten Vorrichtung für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine, mit einer Kolben-Zylinder-Einheit, die einen kolbenseitigen Druckraum und einem kolbenstangenseitigen Druckraum aufweist, wobei die beiden Druckräume über Druckleitungen und Schaltventile jeweils wahlweise mit einer Druckmediumquelle oder einem Tank verbindbar sind, ist erfindungsgemäß in der dem kolbenstangenseitigen Druckraum zugeordneten Druckleitung ein Regelventil vorgesehen, mit dem während des Einspritzens das Verhältnis zwischen derjenigen



Menge an abströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank abgeleitet wird, veränderbar ist. Mit diesem Regelventil kann der in dem kolbenstangenseitigen Druckraum erzeugte Gegendruck zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert stetig verändert und damit während des Einspritzens an die jeweilige Phase des Einspritzens optimal angepaßt werden. Das Regelventil ist stetig zwischen einer ersten Schaltstellung, in der die gesamte Menge an abströmendem Druckmedium in den kolbenseitigen Druckraum geleitet wird (differenzieller Betrieb), und einer zweiten Schaltstellung, in der die gesamte Menge an abströmendem Druckmedium in den Tank abgeleitet wird (Standard-Betrieb), betätigbar.

Je nach Ausgestaltung der Plastifiziereinheit der Spritzgießmaschine kann die Kolbenstange mit der Plastifizierschnecke (im Falle einer Schubschnecke) oder – im Falle einer Schneckenvorplastifizierung - mit dem Kolben der nachgeschalteten Kolben-Spritzeinheit antriebstechnisch verbunden sein. Die Figuren 8 bis 11 zeigen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Zusammenhang mit einer Schubschnecke und die Figuren 12 bis 15 ein Ausführungsbeispiel im Zusammenhang mit einer Kolben-Spritzeinheit.

Die in den Figuren 8 bis 11 gezeigte Einspritzeinheit 1 entspricht derjenigen aus dem Stand der Technik. Ebenso sind mit Ausnahme des Schaltventils 28 die gleichen hydraulischen Elemente wie aus dem Beispiel gemäß den Figuren 4 bis 7 vorhanden. Nachfolgend sollen nun die zusätzlichen hydraulischen Elemente beschrieben werden. An die Stelle des Schaltventils 28 tritt nunmehr ein zweiter Ventilblock 30, der ein stetig einstellbares Hauptventil 31 als das eigentliche Regelventil und ein Pilotventil 32 aufweist. Bei dem Regelventil 31 kann es sich um ein Ventil nach der Art eines Drei-Wege-Regelventils der Firma Bosch/Rexroth handeln. In der Druckleitung 24 ist ein Druckaufnehmer 33 vorgesehen. In der Verbindungsleitung 29 ist ein federbelastetes Rückschlagventil 34 angeordnet, das bei aktiviertem differenziellem Einspritzen ein Zurückströmen von Druckmedium in den kolbenstangenseitigen Druckraum 10 verhindern soll. Von der Druckleitung 24 zweigt eine Druckleitung 35 ab, die über einen Druckbegrenzungsventilblock 36 in den Tank 39 führt. Der Druckbegrenzungsventilblock 36 kann aus einer Vorsteuerstufe 37 und einer Hauptsteuerstufe 38 bestehen. Die Parameter der beiden Druckaufnehmer 33 und 22

sowie vom Wegmesssystem 13 werden in der Steuerung 23 verarbeitet und den beiden Ventilblöcken 15 und 30 sowie der Verstellpumpe 20 zur Verfügung gestellt.

Die Figur 8 zeigt die hydraulischen Elemente in der Grundposition. Die Regelventile 16 und 31 sowie das Schaltventil 25 befinden sich in der rechten Schaltstellung. Damit sind sowohl der kolbenseitige Druckraum 9 als auch der kolbenstangenseitige Druckraum 10 mit dem Tank 17 verbunden.

Bei der Aktivierung der Funktion „Einspritzen - Standard“ (Figur 9) wird die Grundposition des Regelventils 31 und des Schaltventils 25 beibehalten. Das Regelventil 16 wird in seine linke Schaltstellung gebracht und es kommt durch einen Aufruf der Verstellpumpe 20 und/oder durch eine Aktivierung der Druckspeicher 21 zu einem Volumenstrom des verwendeten Druckmediums durch das Regelventil 16 in den kolbenseitigen Druckraum 9. Dieser Volumenstrom wird durch den Ventilblock 15 auf den gewünschten Druck und die gewünschte Menge geregelt. Die für die Regelung benötigten Parameter werden von dem Druckaufnehmer 22 und dem Wegmesssystem 13 der Steuerung 23 zur Verfügung gestellt. Diese leitet die aufbereiteten Regelparameter an den Ventilblock 15 weiter. Der geregelte Volumenstrom bewirkt ein Ausfahren des Kolbens 7 und damit eine Vorwärtsbewegung der Plastifizierschnecke 3. Da sich die Ventile 31 und 25 in der Grundposition befinden, kann das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 ausströmende Druckmedium nahezu gegendruckdruckfrei zu dem Tank 39 gelangen. Als Wirkfläche für das Druckmedium kann somit die volle Fläche des Kolbens 7 betrachtet werden. Mit dieser Schaltstellung kann somit ein vergleichsweise hoher Einspritzdruck erzeugt werden.

Bei der Aktivierung der Funktion „Einspritzen - Dynamisch Differenziell“ (Figur 10) werden die beiden Regelventile 31 und 16 in ihre linke Schaltstellung gebracht, wohingegen das Schaltventil 25 in der Stellung der Grundposition verbleibt, d.h. in der rechten Schaltstellung. Durch einen Aufruf der Verstellpumpe 20 und/oder durch eine Aktivierung der Druckspeicher 21 kommt es zu einem Volumenstrom des verwendeten Druckmediums durch das Regelventil 16 in den kolbenseitigen Druckraum 9. Dieser Volumenstrom wird wie oben beschrieben mittels des Ventilblocks 15 geregelt. Das in den kolbenseitigen Druckraum 9 einströmende Druckmedium bewirkt ein Ausfahren des Kolbens 7, wobei das im kolbenstangenseitigen Druckraum 10 befindliche



Druckmedium aus diesem verdrängt und dem Regelventil 31 zugeführt wird. Je nach Ansteuerung des Regelventils 31 wird das ausströmende Druckmedium ganz oder teilweise entweder über die Ventile 31 und 25 nahezu gegendruckfrei zum Tank 39 geleitet oder in die Verbindungsleitung 29 zwischen dem Regelventil 31 und der an den kolbenseitigen Druckraum angeschlossenen Druckleitung 14 eingespeist. Über die Stellung des Regelventils 31 kann das Verhältnis zwischen derjenigen Menge an abströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum 9 geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank 39 abgeleitet wird, eingestellt und somit während des Einspritzens verändert werden. Diese Regelung ist von dem an den Druckaufnehmern 22 und 33 gemessenen Werten sowie von dem in der Steuerung 23 eingegeben Sollwerten abhängig. Da zum Beginn des Einspritzens ein geringer werkzeugseitiger Gegendruck vorliegt, ist mit einer hohen Differenzialmenge zu rechnen. Während dieser Regelphase leitet das Regelventil 31 das abströmende Druckmedium vollständig in die Verbindungsleitung 29 und damit in den kolbenseitigen Druckraum 9 um. Das Rückschlagventil 34 verhindert hierbei ein unerwünschtes Zurückströmen von Druckmedium. Die Kolben-Zylinder-Einheit 6 wird in einem rein differenziellen Modus betrieben.

Je nach den Gegebenheiten in der oder den Kavitäten des Spritzgießwerkzeugs und der sonstigen Einspritzbedingungen kann der im differenziellen Modus erzielbare Einspritzdruck und damit die Einspritzkraft nur für eine bestimmte Zeit während des Einspritzens oder für die gesamte Einspritzphase, einschließlich der Nachdruckphase, ausreichend sein. Bleibt also der erforderliche bzw. vorgegebene Einspritzdruck und damit die Einspritzkraft unterhalb des beim differenziellen Modus sich ergebenden Einspritzdruck (oder der Einspritzkraft), kann dieser Modus beibehalten werden.

Die aktuelle Einspritzkraft F errechnet sich wie folgt:

$$F_{\text{aktuell, Einspritzen}} = P_{\text{Kolbenfläche, aktuell}} \times A_{\text{Kolbenfläche}} - P_{\text{Ringfläche, aktuell}} \times A_{\text{Ringfläche}}$$

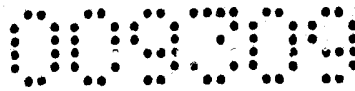
Die Drücke $P_{\text{Kolbenfläche, aktuell}}$ (= Druck im kolbenseitigen Druckraum 9) und $P_{\text{Ringfläche, aktuell}}$ (= Druck im kolbenstangenseitigen Druckraum 10) werden durch die

Druckaufnehmer 22 und 33 erfaßt, wobei sich aufgrund des hydraulischen Strömungsverlustes des Volumenstroms von dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 zu dem kolbenseitigen Druckraum 9 eine Druckdifferenz einstellt. Die Druckwerte

werden von der Steuerung 23 ausgewertet und die Einspritzkraft wie zuvor genannt ermittelt.

Übersteigt jedoch der Einspritzdruck den im Modus „Einspritzen – differenziell“ erzielbaren Maximaldruck während des Einspritzens, d.h. wird am Druckaufnehmer 22 dieser Maximaldruck erreicht, ist eine weitere Erhöhung des Einspritzdrucks bzw. der Einspritzkraft erforderlich, beispielsweise um die Kavität vollständig zu füllen und/oder einen Nachdruck zu erzeugen. Hierzu ist es erforderlich, das Regelventil 31 anzusteuern und das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 ausströmende Druckmedium nicht mehr vollständig in den kolbenseitigen Druckraum 9 umzuleiten, sondern nach und nach über das Schaltventil 25 in seiner rechten Schaltstellung nahezu gegendruckfrei in den Tank 39 abzuleiten. Dieser Vorgang ist stetig und kein reiner Schaltvorgang, d.h. mittels des Regelventils 31 kann das Verhältnis zwischen derjenigen Menge an abströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum 9 geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank 39 abgeleitet wird, beliebig eingestellt und während des Einspritzens verändert werden. Die wirksame Einspritzkraft entspricht der sich aufgrund der Druckdifferenz in den beiden Druckräumen 9 und 10 ergebenden Kraft. Indem der Gegendruck in dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 stetig verringert wird, steigt der Einspritzdruck entsprechend an. Dieser Vorgang wird solange fortgesetzt, bis der Gegendruck in dem kolbenstangenseitigen Druckraum 10 ein vorgebbares Minimum und damit die Einspritzkraft einen vorgebbaren Wert erreicht hat. Die Einspritzkraft erreicht ihren Maximalwert, wenn der Gegendruck auf Null abgesunken ist, was der Fall ist, wenn sich das Regelventil 31 zu 100% in seiner rechten Schaltstellung befindet und somit das ausströmende Druckmedium zu 100% in den Tank 39 abgeleitet wird. Nunmehr steht die volle Kolbenfläche 7 für die Erzeugung der Einspritzkraft zur Verfügung und man befindet sich im Modus „Einspritzen – Standard“. Der Startpunkt für die stetige Regelung von einem differenziellen zu einem Standard-Einspritzvorgang kann neben Druck- auch Zeit- bzw. Wegabhängig gestartet werden.

Die Figur 11 zeigt die Schaltstellung bei der Funktion „Schneckenrückzug“. Diese Funktion, bei der ebenfalls wie oben ein Volumenstrom notwendig ist, wird durch die Aktivierung des Schaltventils 25 eingeleitet, wobei dieses in seine linke Schaltstellung gebracht wird. Das Regelventil 31 steht in Grundstellung, d.h. in seiner rechten



Schaltstellung und ermöglicht einen freien Durchfluß von Druckmedium von der Druckmediumquelle 19 in den kolbenstangenseitigen Druckraum 10. Das Regelventil 16 wird in seine rechte Schaltstellung gebracht, so dass das aus dem kolbenseitigen Druckraum 9 abströmende Medium über das Regelventil 16 nahezu gegendruckdruckfrei oder mit einem gewünschtem Staudruck zum Tank 39 geleitet werden kann. Für die Aktivierung des Staudrucks muss das Regelventil 16 angesteuert werden. Die hierfür notwendigen Parameter werden wieder aus der Steuerung 23 bereitgestellt.

Die Figuren 12 bis 15 zeigen schematisch eine Einspritzeinheit 1 mit einer Schneckenvorplastifizierung 40 mit nachgeschalteter Kolben-Spritzeinheit 41. Hierbei wird in an sich bekannter Weise von einer Plastifizierschnecke 3 ein Kunststoffgranulat aufgeschmolzen und in den Spritzzylinder 44 der Kolben-Spritzeinheit 41 gefördert. Über ein Zwei-Wege-Ventil 43 kann der Spritzzylinder 44 wechselweise über eine beheizte Schmelzeleitung 42 mit der Schneckenvorplastifizierung oder über eine Einspritzdüse 45 mit einer hier nicht dargestellten Spritzgießform verbunden werden. In dem Spritzzylinder 44 ist ein Spritzkolben 46 vorgesehen, der von einer Kolben-Zylinder-Einheit 5 angetrieben werden kann. Hierzu ist der Spritzkolben 46 über eine Kolbenstange 47 mit der Kolbenstange 8 des Kolbens 7 antriebstechnisch verbunden. In der Kolben-Zylinder-Einheit 5 werden wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ein kolbenseitiger Druckraum 9 und ein kolbenstangenseitiger Druckraum 10 gebildet. An diese sind Druckleitungen 14 und 24 angeschlossen, die zu einer hydraulischen Schaltung führen, die derjenigen aus dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 8 bis 11 entspricht.

Die Figur 12 zeigt die hydraulischen Elemente in der Grundposition. Die Regelventile 16 und 31 sowie das Schaltventil 25 befinden sich in der rechten Schaltstellung. Damit sind sowohl der kolbenseitige Druckraum 9 als auch der kolbenstangenseitige Druckraum 10 mit dem Tank 17 verbunden.

Die Figur 13 zeigt den hydraulischen Schaltplan für die Funktion „Einspritzen - Standard“. Die Aktivierung und der Ablauf der Funktion erfolgt wie oben im Zusammenhang mit der Figur 9 beschrieben, wobei mit dem Ausfahren des Kolbens 7 eine Vorwärtsbewegung des Spritzkolbens 46 bewirkt wird.

Die Figur 14 zeigt den hydraulischen Schaltplan für die Funktion „Einspritzen – dynamisch differenziell“. Die Aktivierung und der Ablauf dieser Funktion erfolgt wie oben im Zusammenhang mit der Figur 10 beschrieben.

Die Figur 15 zeigt den hydraulischen Schaltplan für die Funktion „Spritzkolben-Rückzug“. Die Aktivierung und der Ablauf dieser Funktion erfolgt wie oben im Zusammenhang mit der Figur 11 beschrieben, wobei vorliegend jedoch anstelle der Plastifizierschnecke 3 der Spritzkolben 46 zurückbewegt wird. Bei diesem Rückhub des Spritzkolbens 46 kann eine Modifikation bei der Regelung des Regelventils 16 vorgesehen werden, da ein Staudruck wie beim Dosiervorgang mit einer Schubschnecke (wie bei der Plastifizierschnecke 3 des vorangehenden Ausführungsbeipiels) nicht berücksichtigt werden muss.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Einspritzeinheit |
| 2 | Plastifizierzylinder |
| 3 | Plastifizierschnecke |
| 4 | Drehantrieb |
| 5 | Kolben-Zylinder-Einheit |
| 6 | Zylinder |
| 7 | Kolben |
| 8 | Kolbenstange |
| 9 | Kolbenseitiger Druckraum |
| 10 | Kolbenstangenseitiger Druckraum |
| 11 | Schneckenantriebswelle |
| 12 | Drehabtriebswelle |
| 13 | Wegmesssystem |
| 14 | Druckleitung |
| 15 | Ventilblock |
| 16 | Regelventil |
| 17 | Pilotventil |
| 18 | Druckbegrenzungsventil |
| 19 | Druckmediumquelle |
| 20 | Verstellpumpe |
| 21 | Druckspeicher |
| 22 | Druckaufnehmer |
| 23 | Steuerung |
| 24 | Druckleitung |
| 25 | Schaltventil |
| 26 | Rückschlagventil |
| 27 | Rückschlagventil |
| 28 | Schaltventil |
| 29 | Verbindungsleitung |
| 30 | Ventilblock |
| 31 | Hauptventil bzw. Regelventil |

- 32 Pilotventil -
- 33 Druckaufnehmer
- 34 Rückschlagventil
- 35 Druckleitung
- 36 Druckbegrenzungsventilblock
- 37 Vorsteuerstufe
- 38 Hauptsteuerstufe
- 39 Tank
- 40 Schneckenvorplastifizierung
- 41 Kolben-Spritzeinheit
- 42 Schmelzeleitung
- 43 Zwei-Wege-Ventil
- 44 Spritzzylinder
- 45 Einspritzdüse
- 46 Spritzkolben
- 47 Kolbenstange

Ansprüche

1. Verfahren für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine, wobei die Einspritzeinheit (1) der Spritzgießmaschine eine Kolben-Zylinder-Einheit (6) mit einem kolbenseitigen Druckraum (9) und einem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) aufweist, und wobei während des Einspritzens ein Druckmedium von einer Druckmediumquelle (19) dem kolbenseitigen Druckraum (9) zugeführt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einer ersten Phase des Einspritzens der Kolben (7) differentiell betrieben wird, wobei das aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Druckmedium zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet und zusammen mit dem von der Druckmediumquelle (19) kommenden Druckmedium dem kolbenseitigen Druckraum (9) zugeführt wird, und dass nachfolgend in einer zweiten Phase die aus dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) ausströmende Menge an Druckmedium, die zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, stetig verringert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der zweiten Phase die zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitete Menge an ausströmendem Druckmedium bis auf ein Minimum verringert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Ende der zweiten Phase kein ausströmendes Druckmedium zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich an die zweite Phase eine dritte Phase des Einspritzens anschließt, in der der kolbenseitige Druckraum (9) von dem Druckmedium aus der Druckmediumquelle (19) beaufschlagt und der kolbenstangenseitige Druckraum (10) drucklos gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das ausströmende Druckmedium, das nicht zu dem kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, in einen Tank (39) abgeleitet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Umschalten von der ersten Phase auf die zweite Phase in Abhängigkeit von einem Druckwert in dem kolbenseitigen Druckraum (9) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Umschalten von der ersten Phase auf die zweite Phase zeitabhängig erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Umschalten von der ersten Phase auf die zweite Phase in Abhängigkeit von einer Position (13) der Kolbenstange (8) erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Nachdruckphase in der dritten Phase des Einspritzens liegt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der von der Druckmediumquelle (19) erzeugte Volumenstrom an Druckmedium während des Einspritzens während allen Phasen konstant gehalten wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
neben dem von der Druckmediumquelle (19) bereitgestellten Druckmedium zusätzliches Druckmedium aus einem oder mehreren Druckmediumspeichern (21) dem kolbenseitigen Druckraum (9) zugeführt wird, insbesondere in der dritten Phase des Einspritzens.

12. Vorrichtung für ein Einspritzen bei einer Spritzgießmaschine, mit einer Kolben-Zylinder-Einheit (6), die einen kolbenseitigen Druckraum (9) und einen kolbenstangenseitigen Druckraum (10) aufweist, wobei die beiden Druckräume (9, 10) über Druckleitungen (14, 24, 35) und Ventile (16, 31, 25) jeweils wahlweise mit einer Druckmediumquelle (19) oder einem Tank (39) verbindbar sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der dem kolbenstangenseitigen Druckraum (10) zugeordneten Druckleitung (24) ein Regelventil (31) vorgesehen ist, mit dem während des Einspritzens das Verhältnis zwischen derjenigen Menge an ausströmendem Druckmedium, die in den kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, und derjenigen, die in den Tank (39) abgeleitet wird, veränderbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Regelventil (31) stetig zwischen einer ersten Schaltstellung, in der die gesamte Menge an ausströmendem Druckmedium in den kolbenseitigen Druckraum (9) geleitet wird, und einer zweiten Schaltstellung, in der die gesamte Menge an ausströmendem Druckmedium in den Tank (39) abgeleitet wird, betätigbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Pilotventil (32) vorgesehen ist, mit dem die Stellung des Regelventils (31) einstellbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in den beiden Druckleitungen (14, 24) Druckaufnehmer (22, 33) vorgesehen sind und dass eine Steuerung (23) vorgesehen ist, mit der aus der Differenz der Druckwerte eine Einspritzkraft errechenbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

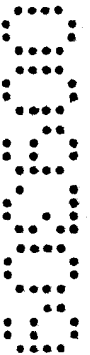
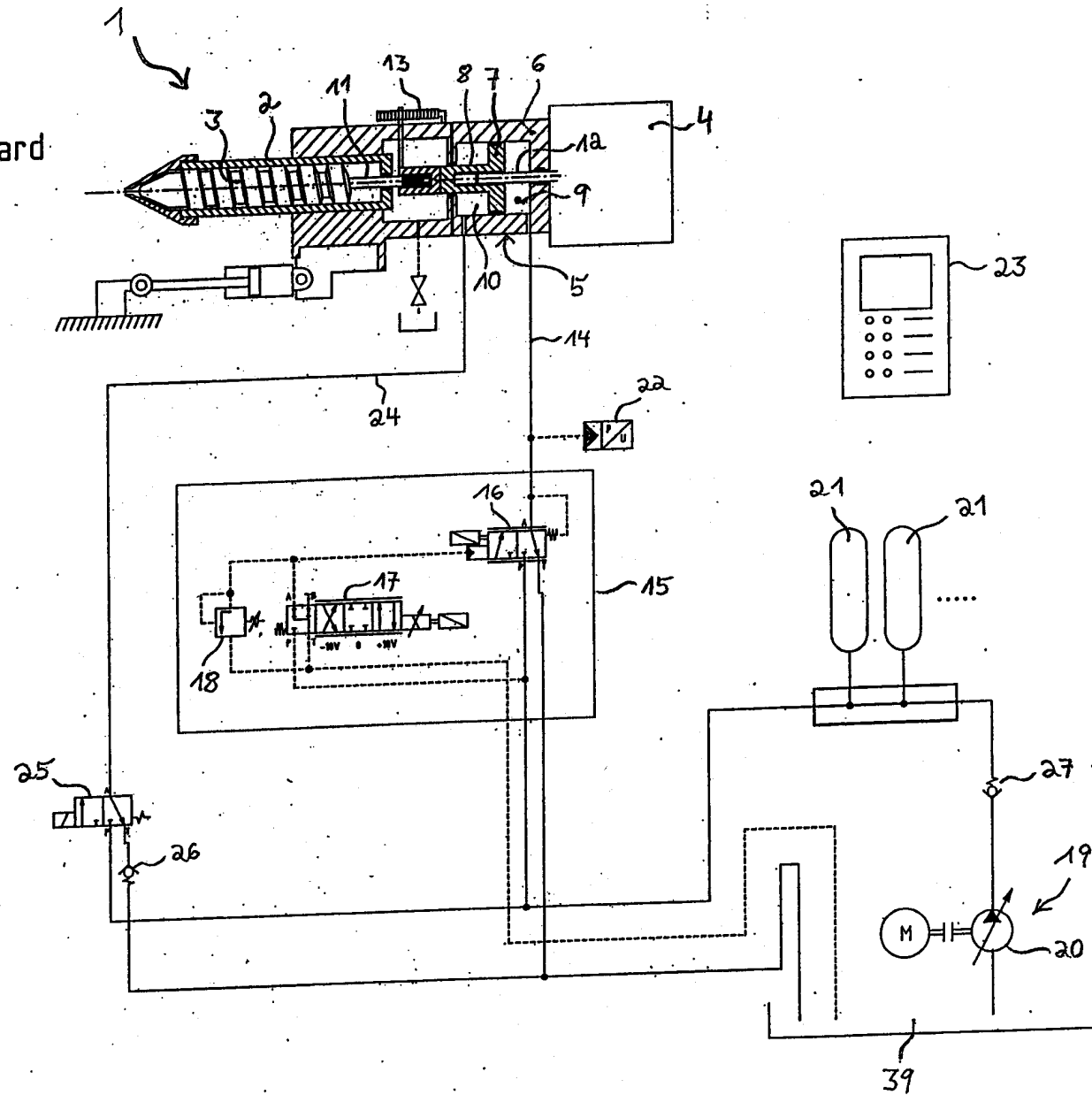
die Kolbenstange (8) der Kolben-Zylinder-Einheit (6) antriebstechnisch mit der Schnecke (3) einer Schneckenplastifiziereinheit der Spritzgießmaschine verbunden ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kolbenstange der Kolben-Zylinder-Einheit antreibstechnisch mit dem Spritzkolben einer einer Vorplastifizierung nachgeschalteten Kolbenspritzeinheit der Spritzgießmaschine verbunden ist.

14. Aug. 2007

Funktion "Grundstellung"

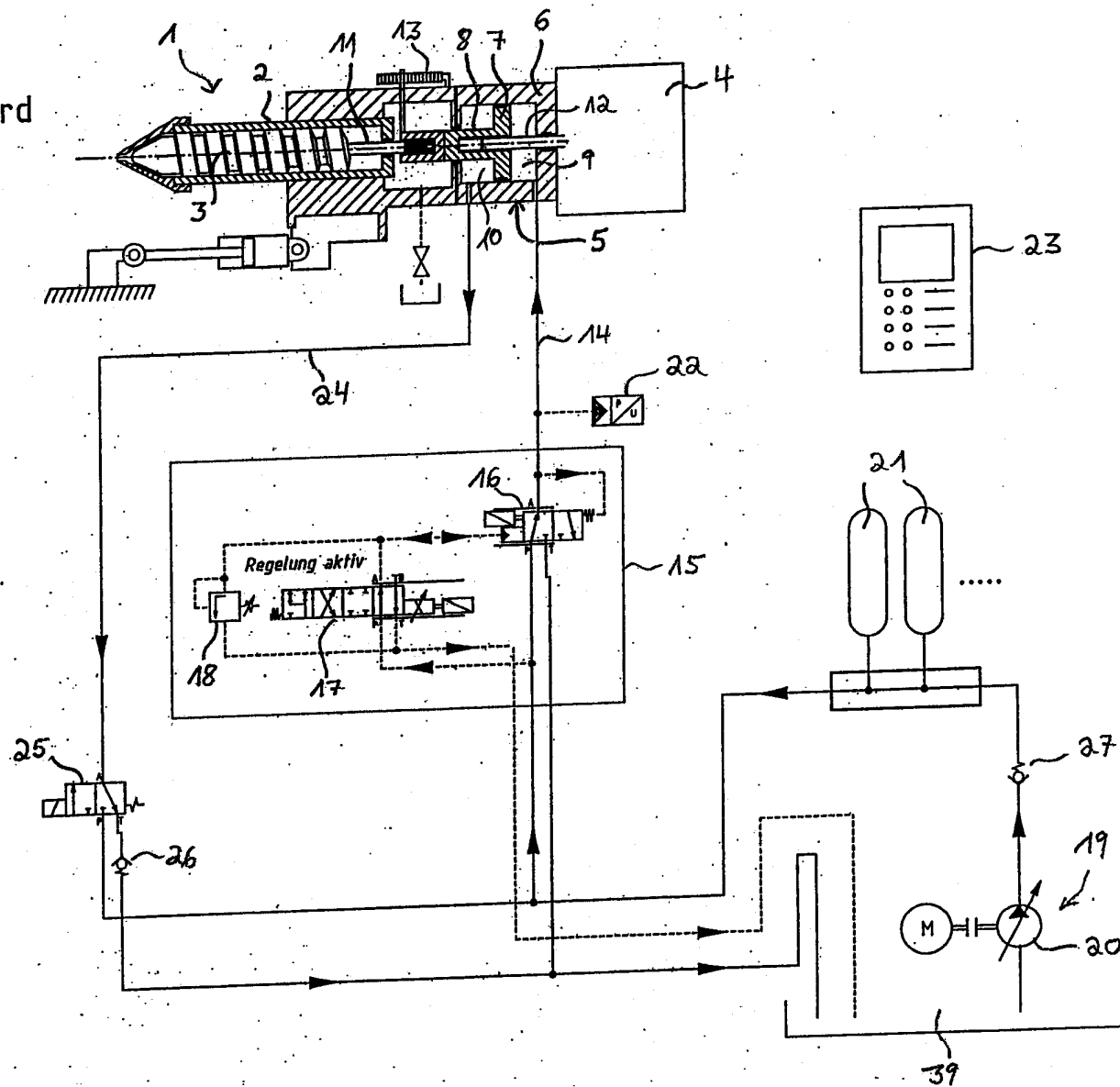
Fig. 1



Einspritzen, standard

Funktion "Einspritzen"

Fig. 2

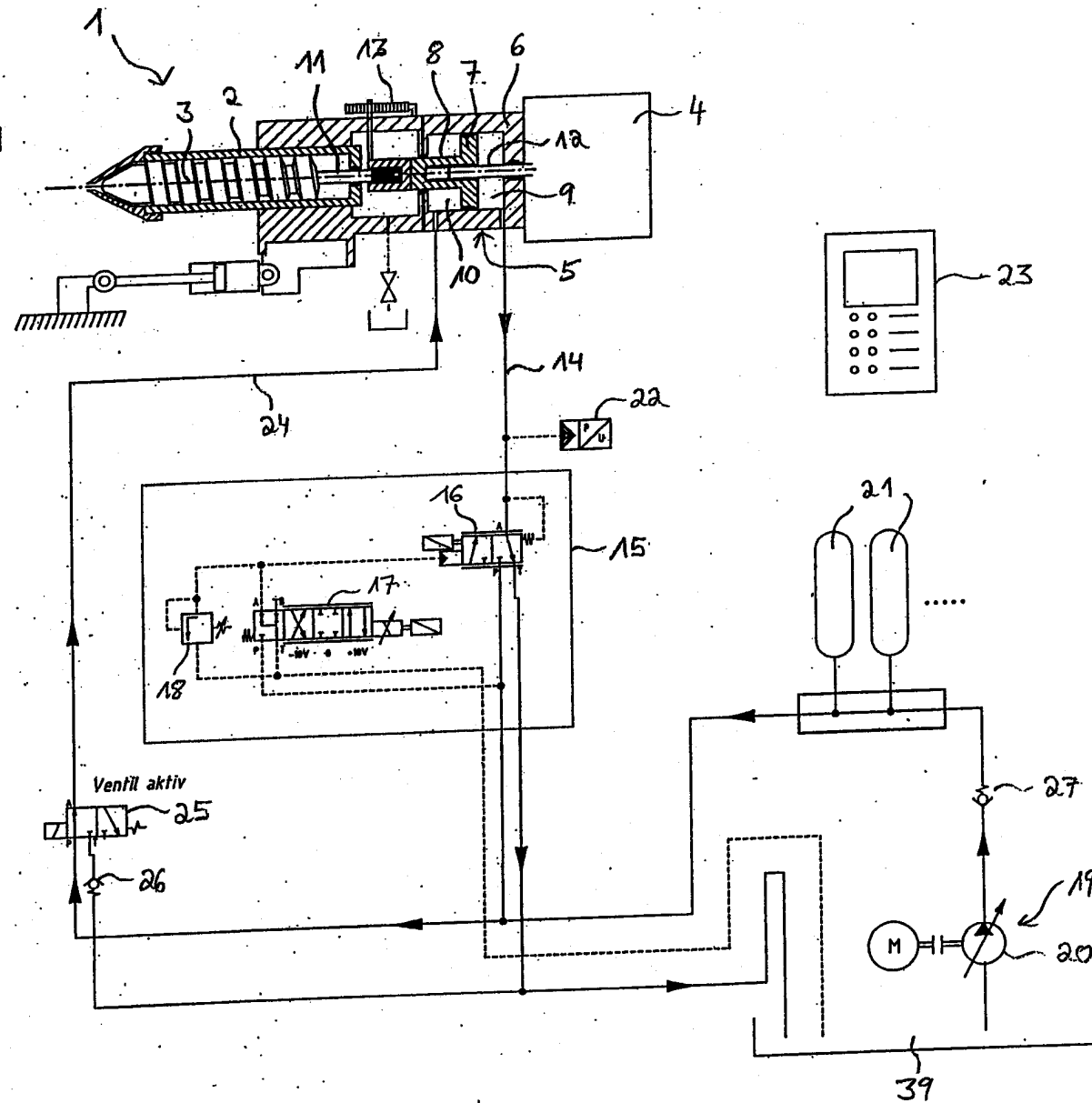


555555

Einspritzen, standard

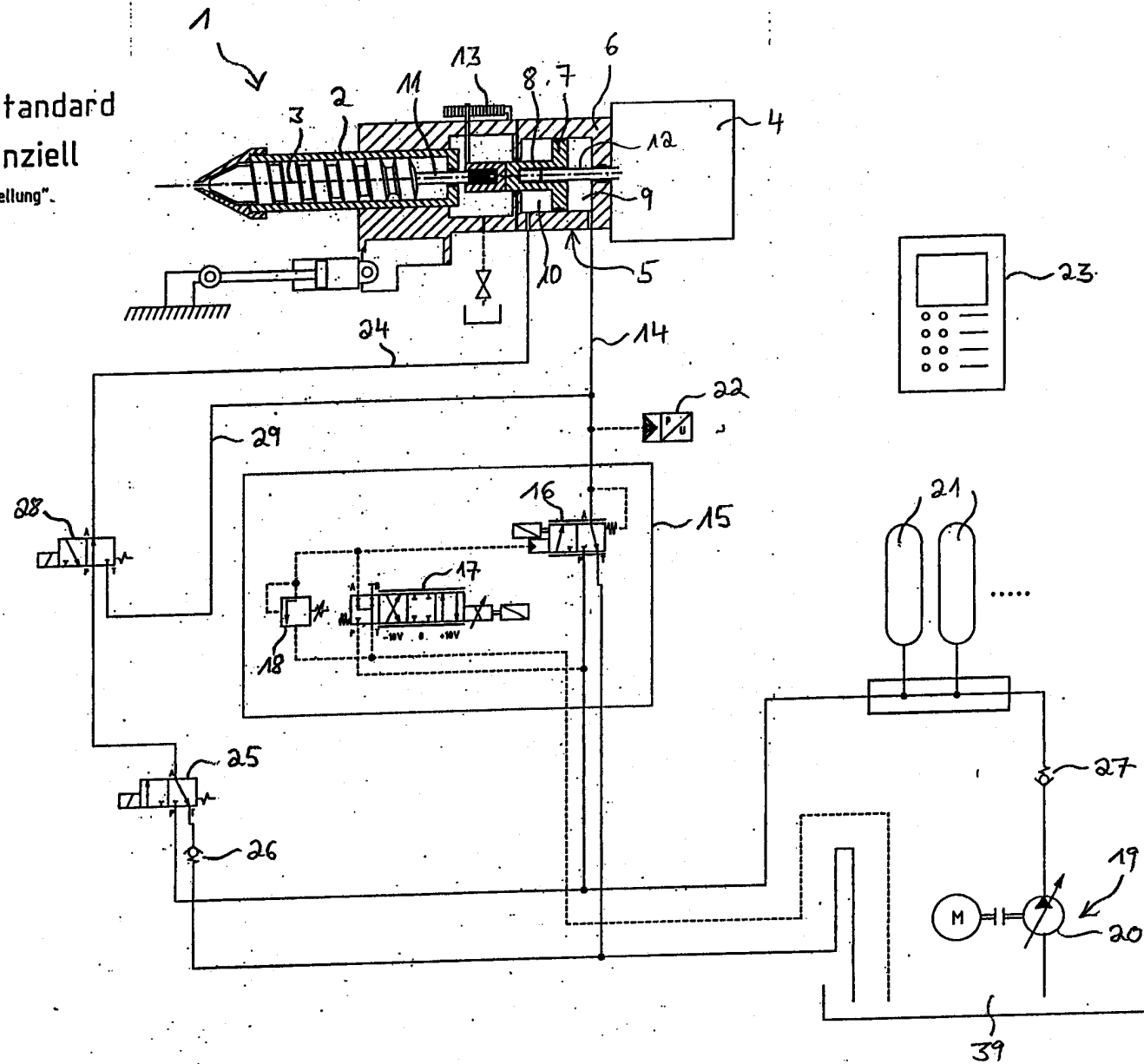
Funktion "Schneckenrückzug"

Fig. 3



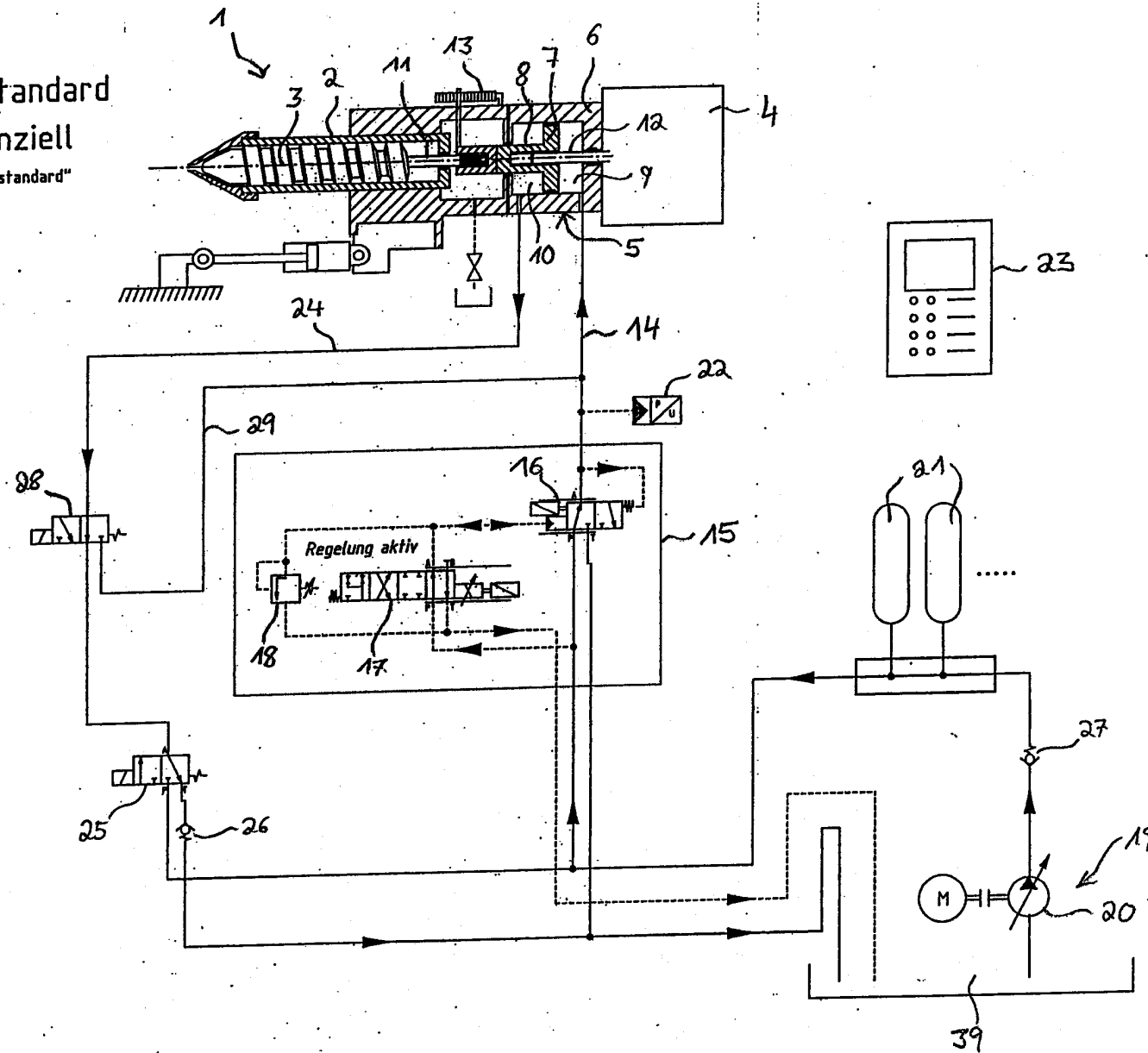
Einspritzen, standard
und differenziell
Funktion "Grundstellung".

Fig. 4



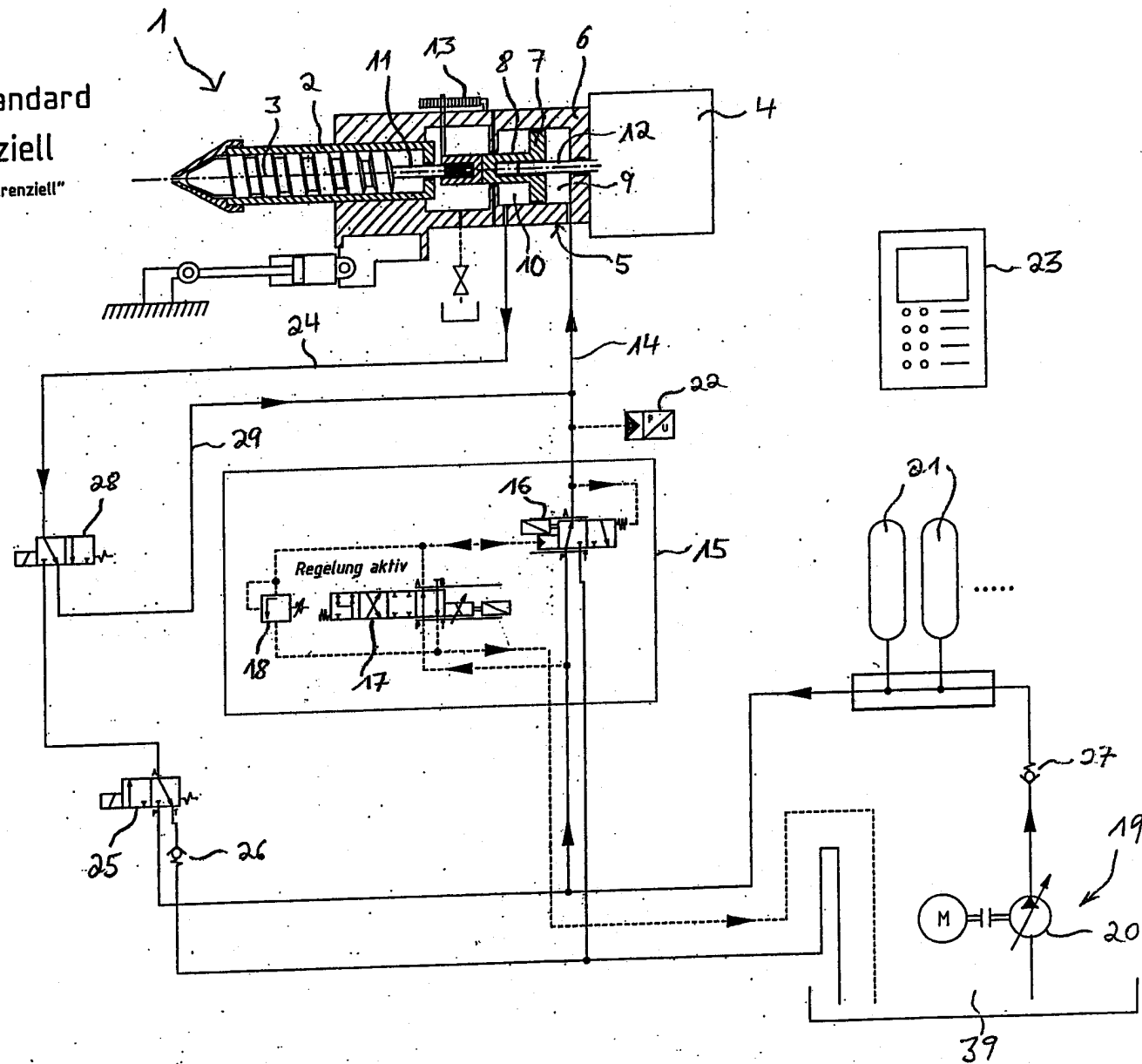
Einspritzen, standard
und differenziell
Funktion "Einspritzen, standard"

Fig. 5



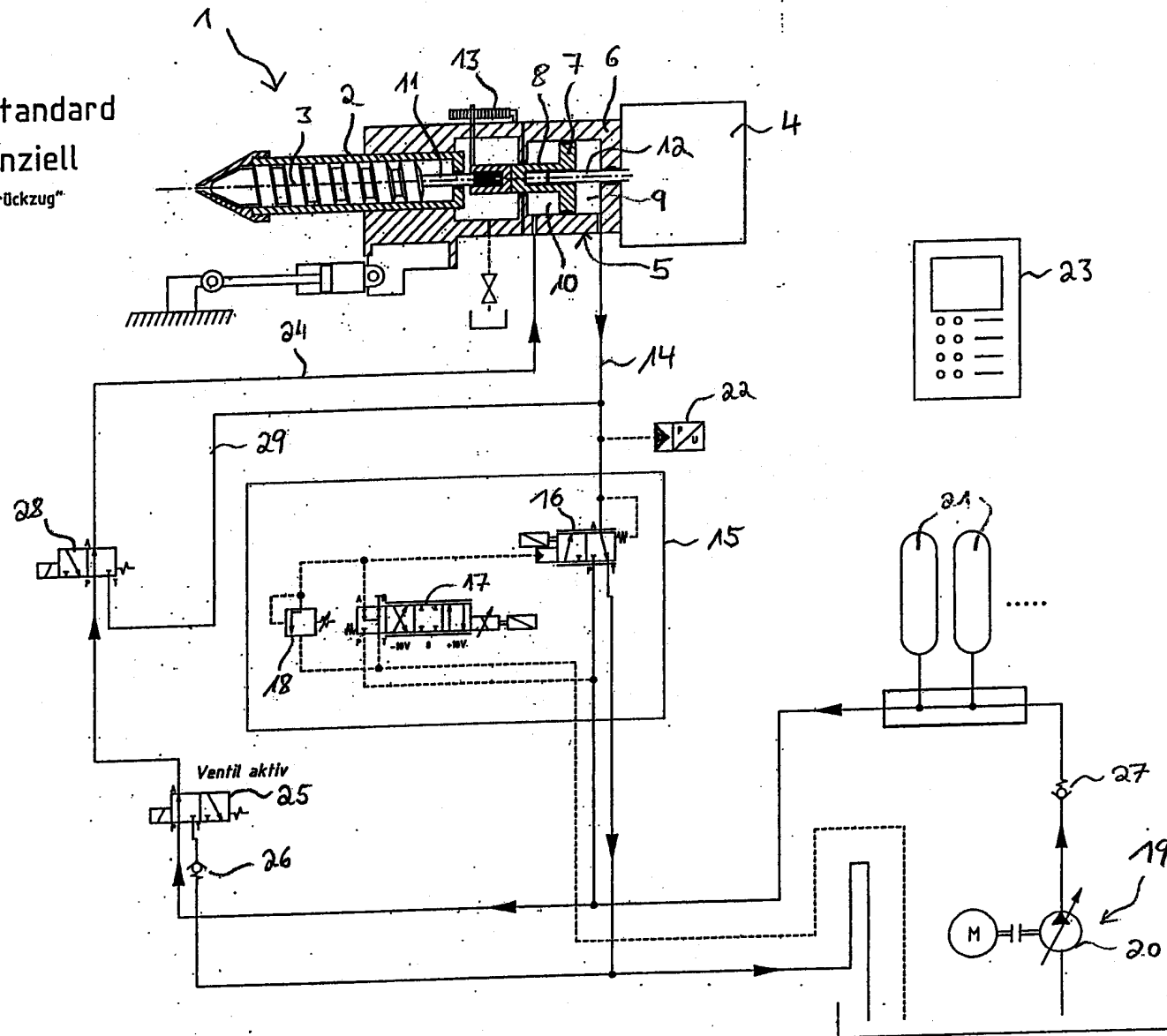
Einspritzen, standard
und differenziell
Funktion "Einspritzen, differenziell"

Fig. 6



Einspritzen, standard
und differenziell
Funktion "Schneckenrückzug"

Fig. 7



[illegible]

Fig. 8

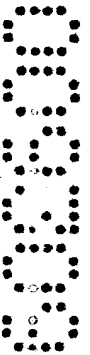
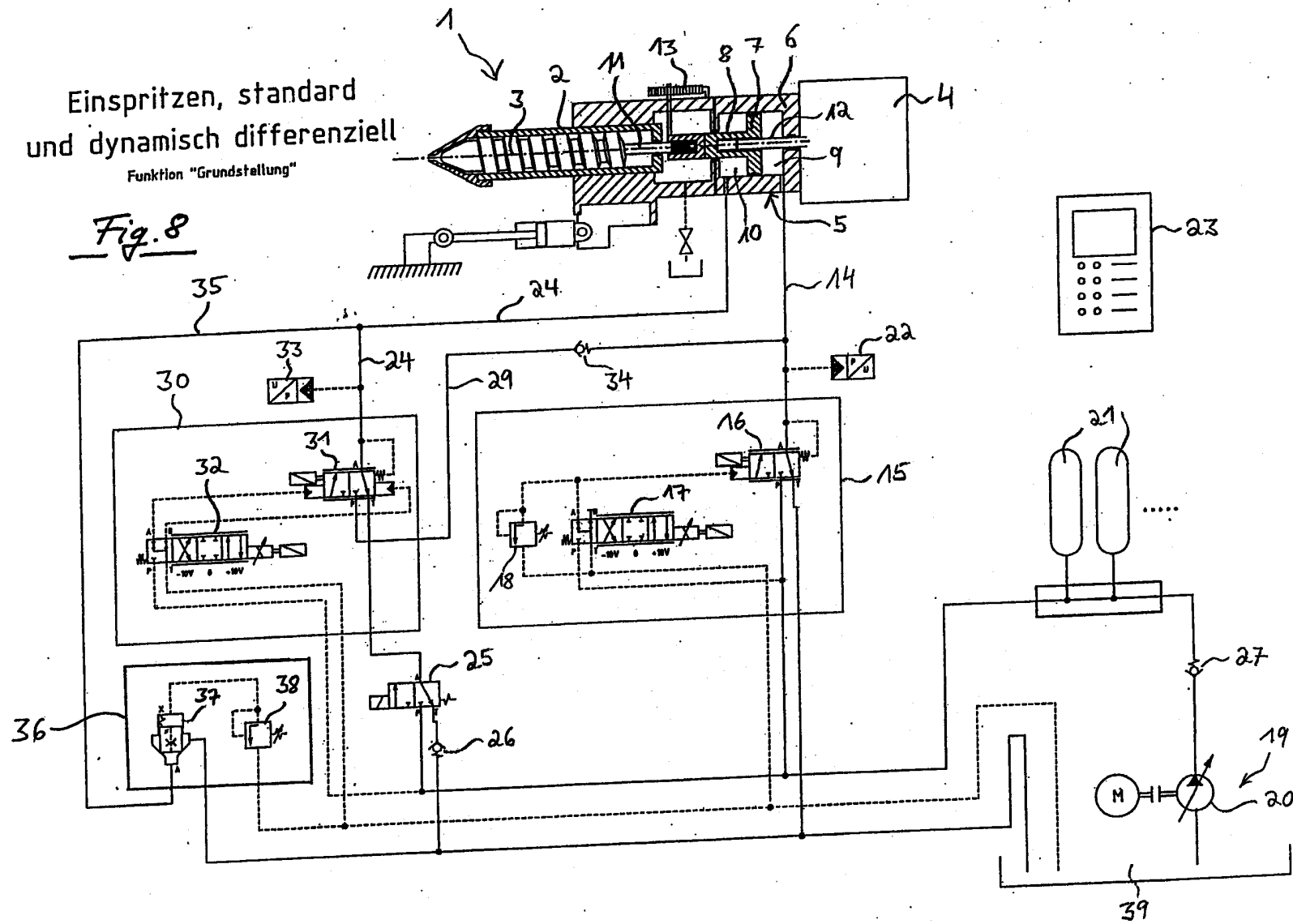
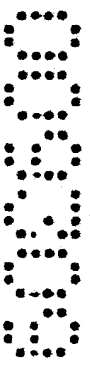
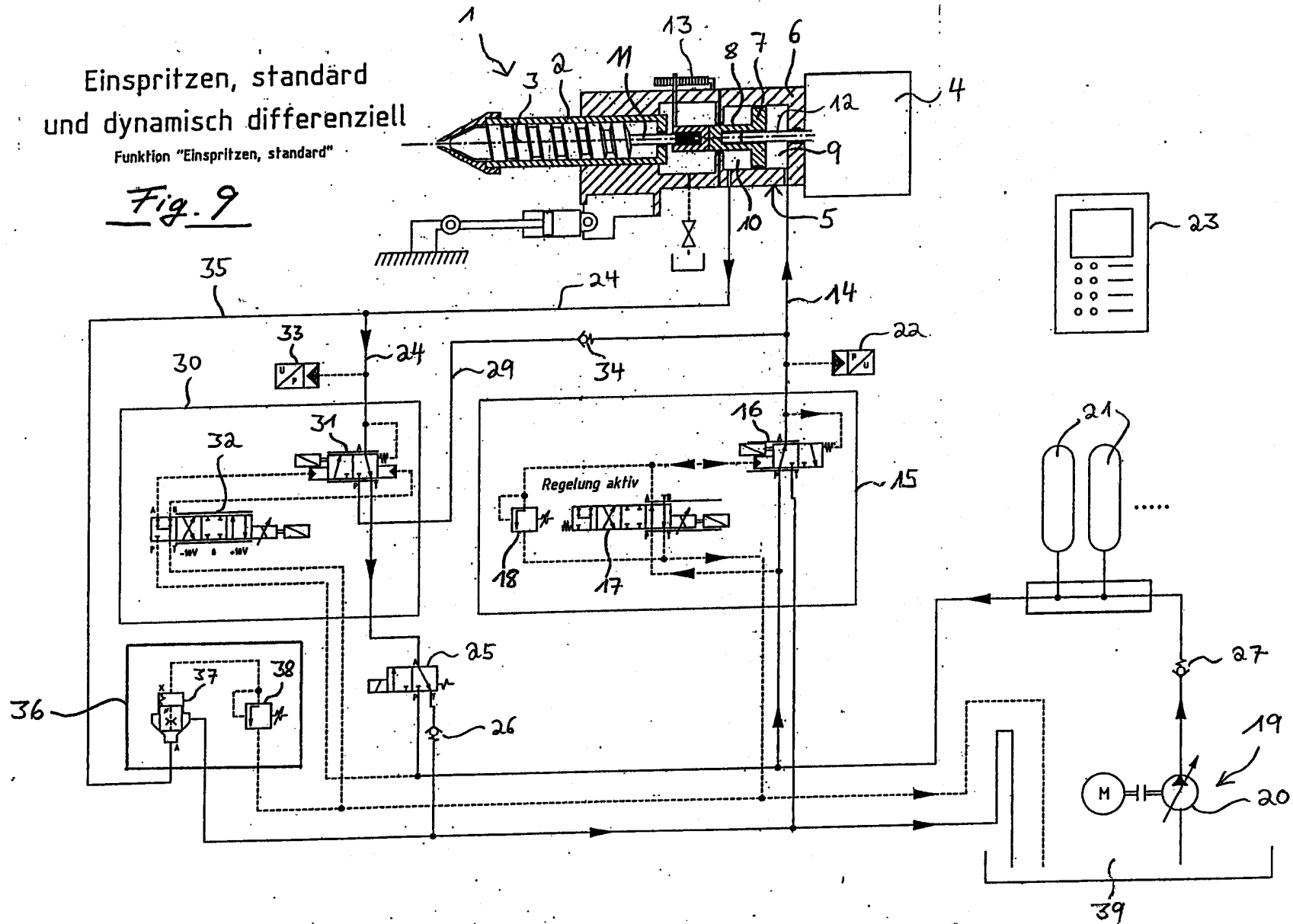
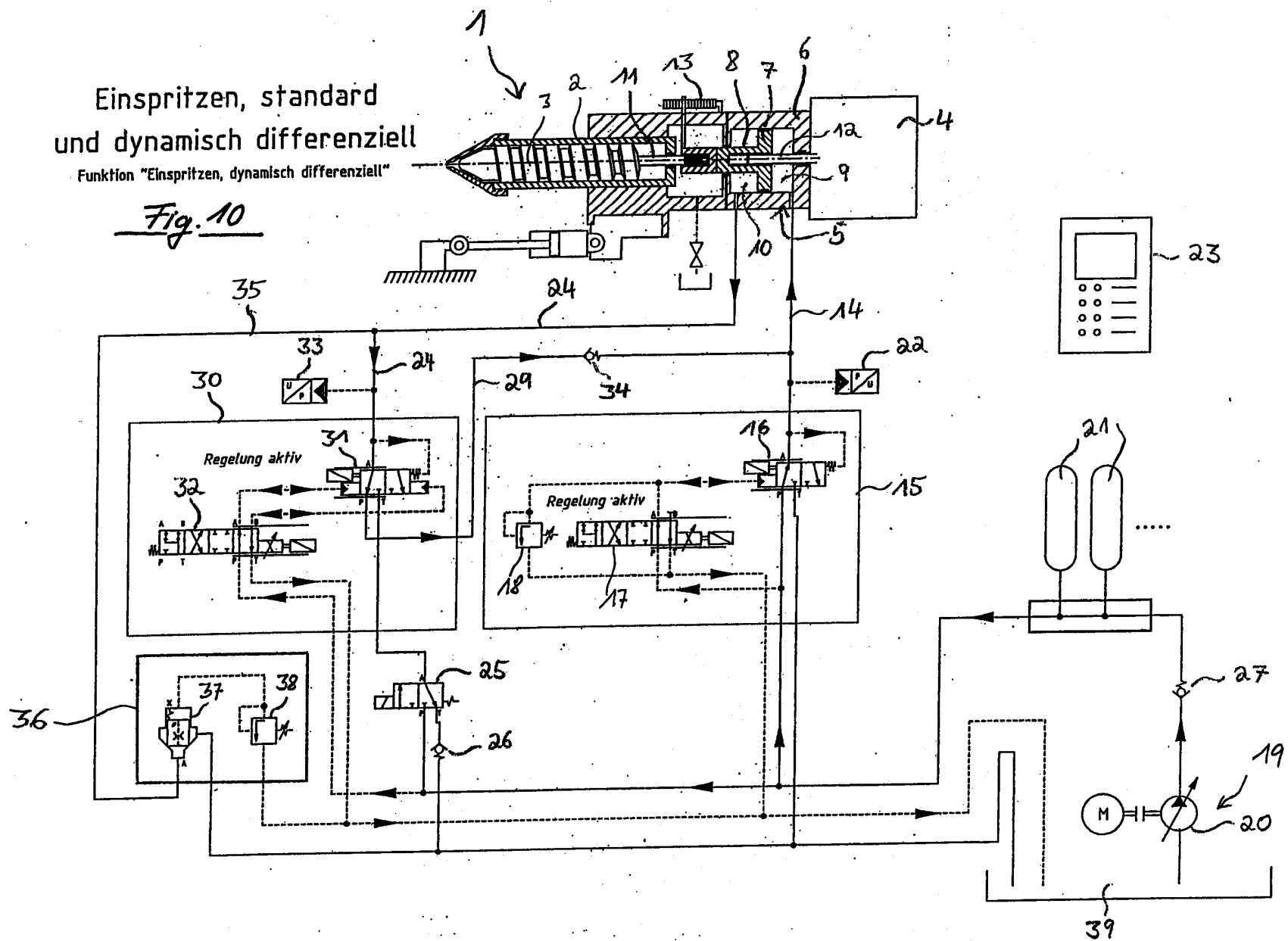


Fig. 9



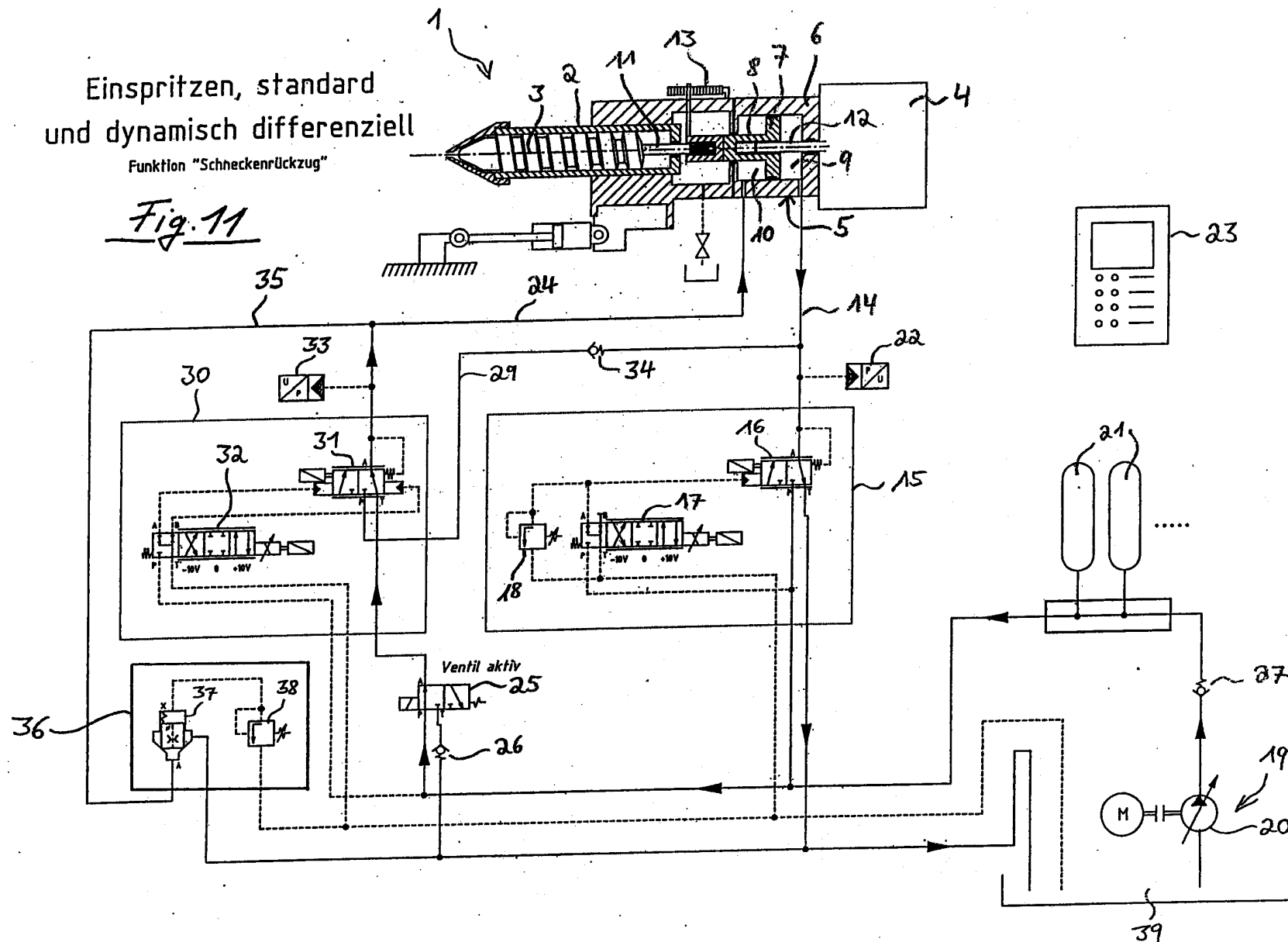
Funktion "Einspritzen, dynamisch differenziell"

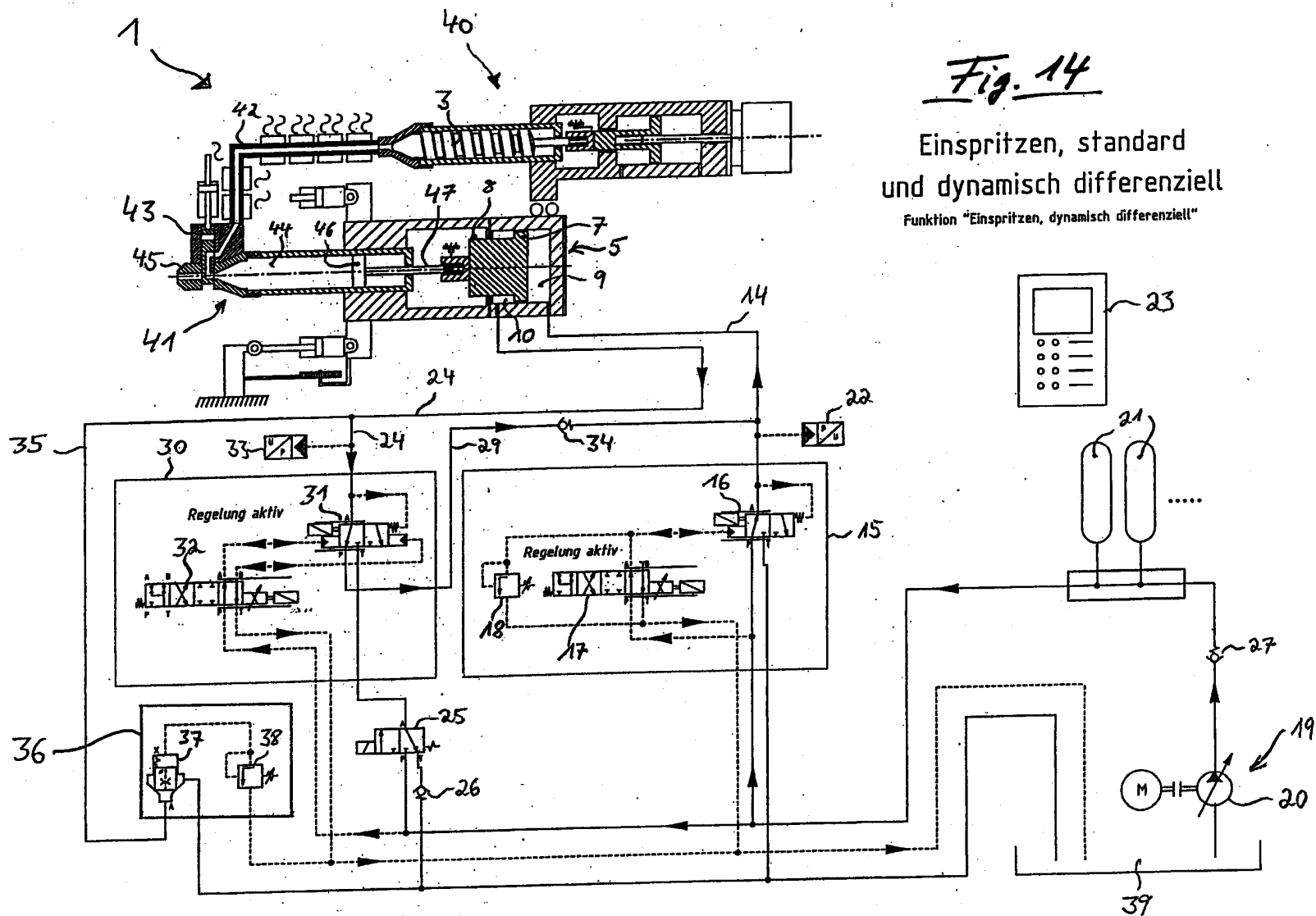
Fig. 10



Funktion "Schneckenrückzug"

Fig. 11





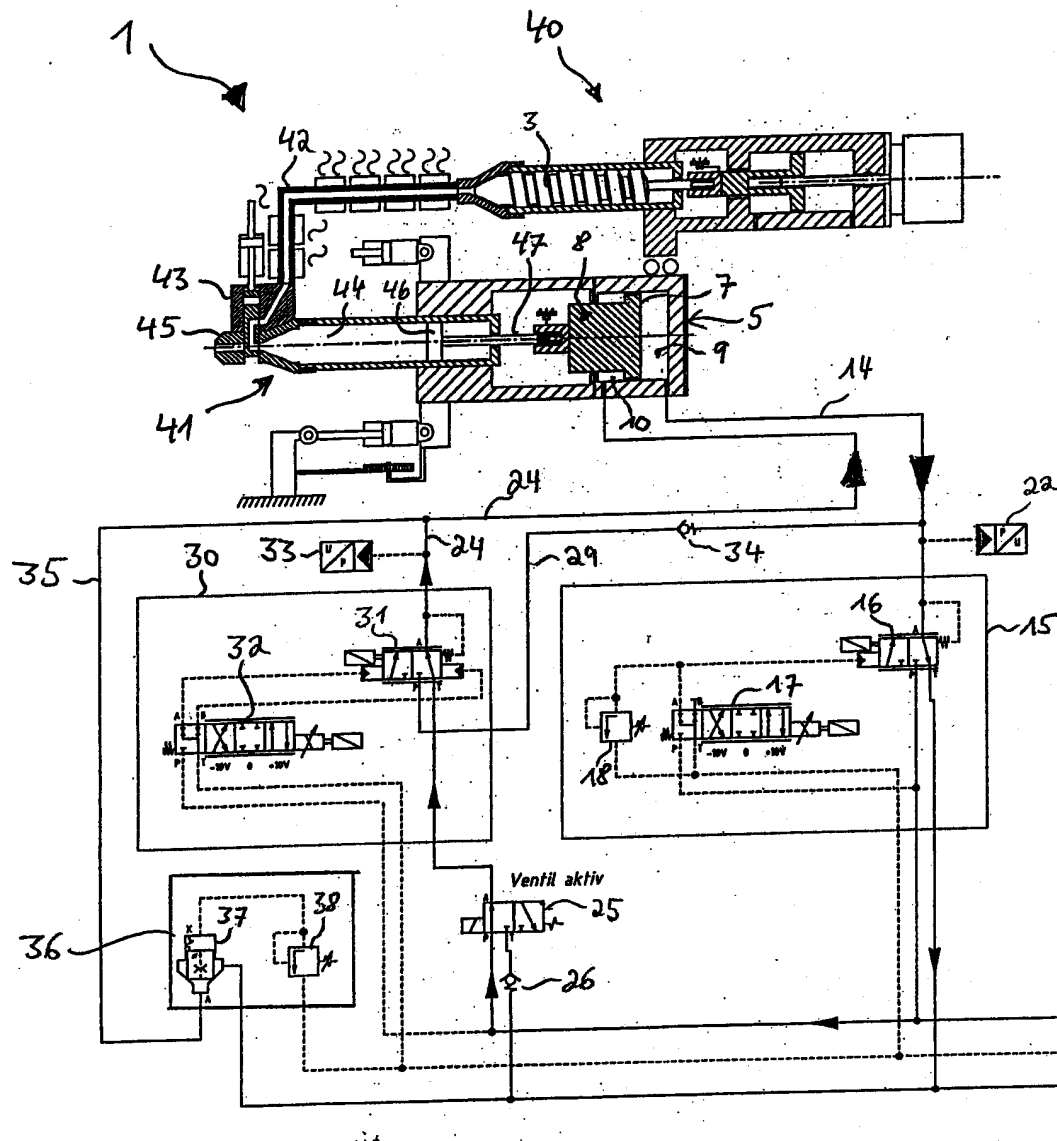


Fig. 15
Einspritzen, standard
und dynamisch differenziell

Funktion "Schmecken-Rückzug"
"kolbenrückzug"

