(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2016 220 840 A1** 2018.04.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 220 840.3**
(22) Anmeldetag: **24.10.2016**
(43) Offenlegungstag: **26.04.2018**

(51) Int Cl.: ***F02M 21/02*** (2006.01)
F02M 59/00 (2006.01)
F04B 15/08 (2006.01)

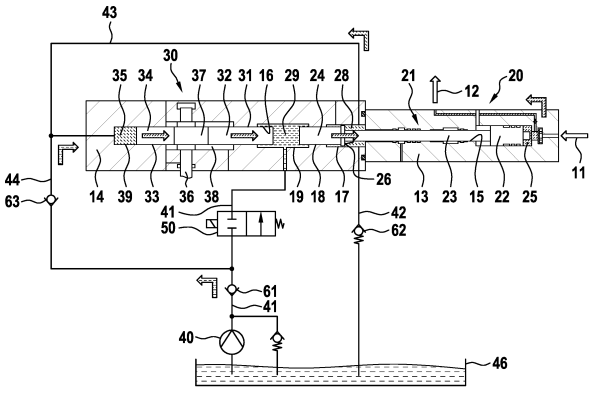
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Zehnder, Frank, 73770 Denkendorf, DE; Schnittger, Dirk, 71640 Ludwigsburg, DE; Beiter, Andreas, 72414 Rangendingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Förderpumpe, insbesondere für kryogene Kraftstoffe**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Förderpumpe, insbesondere für kryogene Kraftstoffe vorgeschlagen. Die Förderpumpe weist ein von einer Antriebseinrichtung (30) betätigbares Pumpenelement (21) und einen mit einem Druckmittel gefüllten Kopplerraum (29) auf, wobei über den Kopplerraum (29) ein Kolbenstößel (24) des Pumpenelements (21) mit einem Antriebsstößel (32) der Antriebseinrichtung (30) in Wirkverbindung gekoppelt ist. Das Pumpenelement (21) führt einen Förderhub zum Verdichten des Kraftstoffs in einem Pumpenraum (25) und einen in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Saughub aus. Zur Rückstellung des Pumpenelements (21) in Richtung des Saughubs ist eine mit dem Druckmittel befüllbare Rückstellkammer (28) vorgesehen, welcher der Kolbenstößel (24) mit einer in Richtung des Saughubs wirkenden Druckfläche (26) ausgesetzt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Förderpumpe, insbesondere für kryogene Kraftstoffe nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] In der DE-Patentanmeldung 102016210728.3 wurde bereits eine Förderpumpe für kryogene Kraftstoffe vorgeschlagen, bei der das Pumpenelement einer Pumpeinrichtung über einen mit einem Druckmittel gefüllten Kopplerraum in Wirkverbindung mit einem Antriebsstößel einer Antriebseinrichtung der Brennkraftmaschine steht. Dabei wird mittels eines Schaltventils die Füllung des Kopplerraums mit dem Druckmittel gesteuert, wodurch eine steuerbare Übertragung der Antriebsbewegung des Antriebsstößels auf das Pumpenelement ermöglicht wird, so dass der Hub des Pumpenkolbens unabhängig von der Bewegung des Antriebsstößels einstellbar ist. Die Rückstellung des Pumpenelements in Saughubrichtung wird mittels eines Federelements ausgeführt. Weiterhin ist ein Pufferspeicher für das aus dem Kopplerraum ausströmende Druckmittel vorgesehen. Der Pufferspeicher ist dabei zwischen Schaltventil und Druckmittelpumpe geschaltet.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Förderpumpe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass keine Rückstellfeder für das Pumpenelement erforderlich ist. Die Rückstellung des Pumpenelements in Richtung des Saughubs erfolgt hydraulisch unter Nutzung des Druckmittels, das für den hydraulischen Kopplerraum verwendet wird. Zur Rückstellung des Pumpenelements in Richtung des Saughubs ist dazu eine mit dem Druckmittel hydraulisch verbundene Rückstellkammer vorgesehen, welcher der Kolbenstößel des Pumpenelements mit einer in Richtung des Saughubs wirkenden Druckfläche ausgesetzt ist.

[0004] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Maßnahmen der Unteransprüche möglich.

[0005] Eine technisch zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, dass eine mit dem Druckmittel, mit dem der Kopplerraum versorgt wird, befüllbare Speicherkammer vorgesehen ist, welche über eine dritte hydraulische Hochdruckleitung mit der Rückstellkammer hydraulisch verbunden ist und in welcher ein auf die Rückstellkammer übertragbarer Rückstelldruck für den Kolbenstößel erzeugbar ist. Zur Erzeugung des erforderlichen Rückstelldrucks wirkt ein mit der Antriebseinrichtung zusammenwirkender Rückstellstößel auf die Speicherkammer ein. Dabei wird ein entsprechendes Rückstellvolumen an Druckmittel mittels des Rückstellstößels aus der Speicherkammer in die Rückstellkammer gedrückt. Dadurch lassen sich hohe Rückstellkräfte im Vergleich zur Federrückstellung realisieren. Gleichzeitig wird das Druckmittel aus dem Kopplerraum zur Rückstellung des Pumpenelements genutzt, so dass ein zusätzlicher Pufferspeicher für das Druckmittel entfallen kann.

[0006] Zur Befüllung der Speicherkammer mit Druckmittel ist die Speicherkammer weiterhin über eine vierte hydraulische Druckmittelleitung mit einer ersten Druckmittelleitung hydraulisch verbunden, wobei über die erste hydraulische Druckmittelleitung der Kopplerraum von einer Druckmittelpumpe aus einem drucklosen Druckmittelbehälter mit Druckmittel befüllbar ist.

[0007] Zur Erzeugung des erforderlichen Rückstelldrucks für das Pumpenelement ist die Rückstellkammer über eine zweite hydraulische Druckmittelleitung mit einem drucklosen Druckmittelbehälter hydraulisch verbunden, wobei in der zweiten Druckmittelleitung ein zweites Rückschlagventil angeordnet ist, über welches der Rückstelldruck in der Rückstellkammer einstellbar ist.

[0008] Zur Steuerung des Pumpenelements in Förderhubrichtung und/oder in Saughubrichtung ist mindestens ein elektrisch betätigbares, hydraulisches Schaltventil vorgesehen, das den Kopplerraum und/oder die Rückstellkammer ansteuert. Mit diesem mindestens einen Schaltventil wird neben der hydraulischen Rückstellung des Pumpenelements gleichzeitig eine Förderhubaktivierung des Pumpenelements zur bedarfsgerechten Kraftstoffförderung ermöglicht.

[0009] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel ist über das hydraulische Schaltventil der Kopplerraum mit der Speicherkammer hydraulisch verbindbar. Dazu ist das Schaltventil in der ersten Druckmittelleitung in Förderrichtung der Druckmittelpumpe hinter der hydraulischen Verbindung mit der vierten Druckmittelleitung angeordnet. Mit dem Schaltventil ist gleichzeitig eine Förderhubaktivierung zur bedarfsgerechten Kraftstoffförderung möglich.

[0010] Zur Einstellung eines Förderhubendes wird das Schaltventil geöffnet, wodurch der Kopplerraum entlastet wird und das Druckmittel aus dem Kopplerraum über das Schaltventil und die vierte Druckmittelleitung in die Speicherkammer geschoben wird. Die weitere Vorschubbewegung des Antriebsstößels in den druckentlasteten Kopplerraum hat dadurch keine Kraftübertragung zur Folge. Das Pumpenelement verharrt somit in der entsprechenden Stellung. Sobald die Nockenwelle des Antriebs den Rückstellstößel in die Speicherkammer bewegt, wird über die dritte Druckmittelleitung bei weiterhin geöffnetem Schaltventil das Rückstellvolumen aus der Speicherkammer in die Rückstellkammer gedrückt und das Pum-

penelement wird durch den auf die Druckfläche in der Speicherkammer wirkenden Rückstelldruck zurück in den unteren Totpunkt bewegt. Dementsprechend kann beim ersten Ausführungsbeispiel die bedarfsgerechte Einstellung des Förderhubs des Pumpenkolbens über die Endstellung des Pumpenelements in Förderrichtung mittels des Schaltventils variiert werden. Die Rückstellung des Pumpenelements erfolgt dabei immer bis in den unteren Totpunkt. Diese gezielte bedarfsgerechte Hubeinstellung ermöglicht, dass nur die benötigte Fördermenge aus dem Pumpenraum gefördert wird.

[0011] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel ist über das hydraulische Schaltventil die Rückstellkammer mit dem Kopplerraum hydraulisch verbindbar. Dazu ist das Schaltventil in einer fünften hydraulischen Druckmittelleitung angeordnet, welche die zweite hydraulische Druckmittelleitung in Öffnungsrichtung vor dem zweiten Rückschlagventil mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung in Schließrichtung vor dem ersten Rückschlagventil hydraulisch verbindet.

[0012] Beim zweiten Ausführungsbeispiel kann die bedarfsgerechte Einstellung des Förderhubs des Pumpenkolbens über die Endstellung des Pumpenelements in Saughubrichtung mittels des Schaltventils variiert werden. Diese gezielte bedarfsgerechte Hubeinstellung ermöglicht, dass nur die benötigte Fördermenge in den Pumpenraum gesaugt und anschließend gefördert wird. Es ist somit keine Füllung des gesamten Pumpenraums erforderlich. Die Rückstellung des Pumpenelements erfolgt dementsprechend nur so weit, wie der erforderliche Förderhub für die bedarfsgerechte Fördermenge es erfordert und nicht bis zum unteren Totpunkt. Dadurch entsteht nur ein geringes Totvolumen, wodurch minimale Kompressionsverluste im Pumpenraum auftreten. Außerdem kommt es dadurch zu einer geringeren Erwärmung des Kraftstoffs (Verdampfungsgefahr von LNG).

[0013] Die Rückstellung des Pumpenelements ist wirksam, wenn das Schaltventil geschlossen und das durch den Rückstellstößel aus der Speicherkammer geschobene Druckmittel in die Rückstellkammer gedrückt wird. Die Einstellung eines Teilhubs für das Pumpenelement erfolgt durch das Einstellen des Saughubendes, indem das Schaltventil geöffnet wird, wodurch das Pumpenelement in seiner Rückstellbewegung gestoppt und das Rückstellvolumen aus der Rückstellkammer über das Schaltventil in den Kopplerraum verschoben wird. Nach entsprechender Umdrehung der Nockenwelle wird in der geöffneten Schaltstellung des Schaltventils durch die Vorwärtsbewegung des Antriebsstößels der Kraftübertragungsdruck im Kopplerraum aufgebaut und das Pumpenelement führt ausgehend vom Saughubende den bedarfsgerecht eingestellten Förderhub aus.

[0014] Zur Realisierung des Kraftübertragungsdrucks im Kopplerraum ist dazu in der ersten hydraulischen Druckmittelleitung ein weiteres Rückschlagventil angeordnet, welches in Förderrichtung der Druckmittelpumpe hinter der hydraulischen Verbindung der fünften Druckmittelleitung liegt und gegen die Förderrichtung der Druckmittelpumpe sperrt.

[0015] Bei einem dritten Ausführungsbeispiel wird die hydraulische Rückstellung des Pumpenelements in Verbindung mit der bedarfsgerechten Förderhubeinstellung durch eine Kombination der Anordnung der Schaltventile des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels erreicht, indem ein erstes hydraulisches Schaltventil und ein zweites hydraulisches Schaltventil vorgesehen sind, wobei über das erste Schaltventil der Kopplerraum mit der Speicherkammer und über das zweite Schaltventil die Rückstellkammer mit dem Kopplerraum hydraulisch verbindbar ist.

[0016] Dazu ist vorgesehen, dass das erste Schaltventil in der ersten Druckmittelleitung in Förderrichtung der Druckmittelpumpe hinter der Einmündung der vierten Druckmittelleitung angeordnet ist und dass das zweite Schaltventil in einer fünften hydraulischen Druckmittelleitung angeordnet ist, welche die zweite hydraulische Druckmittelleitung in Öffnungsrichtung vor dem zweiten Rückschlagventil mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung in Schließrichtung vor dem ersten Rückschlagventil hydraulisch verbindet.

[0017] Mittels der zwei Schaltventile ist eine Zwischenstellung des Pumpenelements sowohl in Saughubrichtung als auch in Förderhubrichtung einstellbar. Dadurch ist eine volle Flexibilität hinsichtlich der steuerbaren Rückstellung des Pumpenelements und einer davon unabhängigen Förderhubaktivierung möglich. Durch diese Möglichkeiten wird deutlich weniger Druckmittel komprimiert, da das Druckmittel vor Förderbeginn drucklos ausgeschoben wird, wodurch weniger Kompressionsverluste (Wärme) im Kopplerraum auftreten. Außerdem kommt es dadurch zu einer thermischen Entkopplung, da nicht das gesamte Druckmittel durch die Rückstellkammer strömt. Weiterhin kann eine Zylinderfüllung des Pumpenraums auf mehrere kleine Förderhübe bei einem einzigen Saughub verteilt werden. Dadurch wird die Anzahl der Saughübe reduziert und es bleibt mehr Zeit für die Gasabscheidung vor dem Eintritt in den Pumpenraum. Bei einer Teilförderung in Förderrichtung kann der Förderhub in Bereichen mit kleineren Kolbengeschwindigkeiten aktiviert werden, wodurch eine Verschleißreduzierung möglich ist.

[0018] Aus Sicherheitsgründen ist beim zweiten und dritten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass zwischen Kopplerraum und Rückstellkammer eine Druckausgleichsleitung vorgesehen ist, die hubab-

hängig im oberen Totpunkt des Pumpenelements von einer Steuerkante geschaltet wird.

Figurenliste

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Förderpumpe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einer Förderhubstellung,

Fig. 2 die Förderpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Stellung am Endes des Förderhubs,

Fig. 3 die Förderpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Stellung im oberen Totpunkt am Beginn eines Saughubs,

Fig. 4 die Förderpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Stellung im unteren Totpunkt am Ende des Saughubs,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Förderpumpe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Förderhubstellung,

Fig. 6 die Förderpumpe gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Stellung am Ende eines Förderhubs im oberen Totpunkt,

Fig. 7 die Förderpumpe gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Stellung im oberen Totpunkt am Beginn eines Saughubs,

Fig. 8 die Förderpumpe gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Stellung am Ende des Saughubs,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Förderpumpe gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel in einer Förderhubstellung,

Fig. 10 die Förderpumpe gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel in einer Stellung am Ende des Förderhubs in einer Zwischenstellung vor dem oberen Totpunkt,

Fig. 11 die Förderpumpe gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel in einer Stellung im oberen Totpunkt am Beginn eines Saughubs und

Fig. 12 die Förderpumpe gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel in einer Stellung am Ende des Saughubs.

[0021] In den Figuren ist eine Förderpumpe für kryogene Kraftstoffe mit einer Pumpeinrichtung **20** und einer Antriebseinrichtung **30** dargestellt. Der kryogene Kraftstoff ist mittels eines Pfeiles **11** schematisch dargestellt und wird der Pumpeinrichtung **20** an einer Saugseite über einen Saugeinlass zugeführt. Bei dem kryogenen Kraftstoff handelt es sich beispielsweise um Erdgas (LNG), das in einem nicht dargestellten Tankbehälter in flüssiger Form vorliegt. An einer Druckseite weist die Pumpeinrichtung **20** weiterhin einen Druckauslass auf, der über eine schematisch mit einem weiteren Pfeil **12** dargestellte Druckleitung zu einer nicht dargestellten Einspritzeinrichtung für gasförmige Brennstoffe führt. Es ist auch denkbar, die Förderpumpe für andere Kraftstoffe oder generell für Fördermittel einzusetzen.

[0022] Die Pumpeinrichtung **20** ist in einem Pumpengehäuse **13** und die Antriebseinrichtung **30** in einem Antriebsgehäuse **14** untergebracht. Dazu weist das Pumpengehäuse **13** eine erste Längsbohrung **15** mit Abschnitten mit unterschiedlichen Bohrungsdurchmessern und das Antriebsgehäuse **14** eine weitere Längsbohrung **16** ebenfalls mit Abschnitten mit unterschiedlichen Bohrungsdurchmessern auf. Die beiden Längsbohrungen **15** und **16** liegen auf einer gemeinsamen Längsachse. In der ersten Längsbohrung **15** ist ein entlang der Längsachse hin- und herbewegliches Pumpenelement **21** angeordnet.

[0023] Das Pumpenelement **21** weist beispielsweise einen Pumpenkolben **22**, eine Kolbenstange **23** und einen Kolbenstößel **24** auf. Der Pumpenkolben **22** ist in einem zylindrischen Abschnitt der ersten Längsbohrung **15** mit einem größeren Durchmesser geführt, wobei der zylindrische Abschnitt einen Pumpenraum **25** mit dem bereits genannten Saugeinlass und Druckauslass für den Kraftstoff bildet. Mittels des als Verdichter wirkenden Pumpenelements **21** wird der über den Saugeinlass einströmende Kraftstoff von einem saugseitigen Vorförderdruck von beispielsweise bis zu 60 bar auf einen Systemdruck von einigen 100 bar komprimiert und über den Druckauslass und die Druckleitung **12** der nicht dargestellten Einspritzeinrichtung zugeführt.

[0024] Die Kolbenstange **23** ragt mit dem Kolbenstößel **24** aus dem Pumpengehäuse **13** heraus und in einen ersten Bohrungsabschnitt **17** des angrenzenden Antriebsgehäuses **14** hinein. Der Kolbenstößel **24** wird in einem ersten Führungsabschnitt **18** der zweiten Längsbohrung **16** im Antriebsgehäuse **14** geführt. Der erste Bohrungsabschnitt **17** weist gegenüber dem ersten Führungsabschnitt **18** einen größeren Durchmesser auf, so dass der erste Bohrungsabschnitt **17** eine Kammer bildet, die als hydraulische Rückstellkammer **28** bezeichnet ist. Das Pumpenelement **21** weist zwischen Kolbenstange **23** und Kolbenstößel **24** einen Durchmessersprung in Form einer Ringfläche **26** auf, die der hydraulischen Rückstellkammer **28** ausgesetzt ist. Die Ringfläche **26** wirkt als Druckfläche in Richtung der Rückstellbewegung des Pumpenelements **21**.

[0025] Das der Kolbenstange **23** abgewandte Ende des Kolbenstößels **24** ragt mit einer Stirnseite in ei-

nen dritten Bohrungsabschnitt **19** der zweiten Längsbohrung **16** hinein, wobei der Bohrungsabschnitt **19** gegenüber dem ersten Führungsabschnitt **18** ebenfalls einen größeren Durchmesser aufweist. Der dritte Bohrungsabschnitt **19** bildet zwischen der Antriebseinrichtung **30** und der Pumpeinrichtung **20** einen hydraulischen Kopplerraum **29**.

[0026] Die Antriebseinrichtung **30** umfasst einen Antriebsstößel **32** und einen Rückstellstößel **34** sowie eine im Antriebsgehäuse **14** gelagerte Nockenwelle **36** mit einem Nocken **37**. Die Nockenwelle **36** wird von einem nicht dargestellten Antrieb angetrieben. Beim Antrieb handelt es sich insbesondere um die Brennkraftmaschine bzw. deren Kurbelwelle oder einer mit der Brennkraftmaschine verbundenen Einrichtung zum Auskoppeln eines Antriebs. Es ist auch denkbar, einen separaten elektrischen Antrieb einzusetzen.

[0027] Der Antriebsstößel **32** ist in einem zweiten Führungsabschnitt **31** der zweiten Längsbohrung **16** geführt und weist an der dem Kolbenstößel **24** gegenüberliegenden Seite mit einer Stirnseite in den Kopplerraum **29**. Das dem Kopplerraum **29** abgewandte Ende des Antriebsstößels **32** wird innerhalb eines Getrieberaums **38** vom Nocken **37** mechanisch angetrieben.

[0028] Der Nocken **37** wirkt weiterhin auf den Rückstellstößel **34** ein, der in einem dritten Führungsabschnitt **33** der zweiten Längsbohrung **16** geführt ist. Der dritte Führungsabschnitt **33** wird von einem Sacklochabschnitt **39** der zweiten Längsbohrung **16** begrenzt, welcher eine Speicherkammer **35** für ein Rückstellvolumen des Druckmittels bildet. Das Speichervolumen in der Speicherkammer **33** ist von einer Stirnseite des Rückstellstößels **34** druckbeaufschlagbar. Bei einem Antrieb der Nockenwelle **36** wird die Drehung der Nockenwelle **36** über den Nocken **37** in eine lineare Hin- und Herbewegung des Antriebsstößels **32** und des Rückstellstößels **34** übertragen. Durch die Bewegung des Rückstellstößels **34** in den Speichraum **35** hinein wird ein Rückstelldruck erzeugt, der in der Rückstellkammer **28** die auf die Druckfläche **26** wirkende, erforderliche Rückstellkraft ausbildet.

[0029] Der Kopplerraum **29** ist durch eine erste Druckmittelleitung **41** über ein erstes Rückschlagventil **61** mit einer Druckmittelpumpe **40** verbunden. Das erste Rückschlagventil **61** sperrt gegen die Strömungsrichtung des von der Druckmittelpumpe **40** geförderten Druckmittels. Die Druckmittelpumpe **40** saugt ein Druckmittel, beispielsweise Motoröl, aus einem drucklosen Druckmittelbehälter **46** an und fördert das Druckmittel in den Kopplerraum **29** und in die Speicherkammer **35**. Das Druckmittel dient gleichzeitig der Schmierung der Bauteile von Pumpeinrichtung **20** und Antriebseinrichtung **30**, insbesondere des Antriebsstößels **32**, des Rückstellstößels **34** und des Kolbenstößels **24**.

[0030] Eine hydraulische Rückstellung des Pumpenelements **21** und eine bedarfsgerechte Einstellung des Förderhubs des Pumpenelements **21** erfolgt mit mindestens einem elektrisch betätigbaren, hydraulischen Schaltventil **50**. Mit dem mindestens einen hydraulischen Schaltventil **50** wird die Rückstellkammer **28** und/oder der Kopplerraum **29** angesteuert, wie später anhand der drei Ausführungsbeispiele näher erläutert wird.

[0031] Eine zweite Druckmittelleitung **42** führt über ein zweites Rückschlagventil **62** von der Rückstellkammer **28** in den drucklosen Druckmittelbehälter **46**. Das zweite Rückschlagventil **62** sperrt in Richtung der Rückstellkammer **28** und ist in Öffnungsrichtung beispielsweise mit einer Feder beaufschlagt, über die der Rückstelldruck in der Rückstellkammer **28** eingestellt ist. Eine dritte Druckmittelleitung **43** verbindet die Rückstellkammer **28** mit der Speicherkammer **35**. Der vom Rückstellstößel **34** im Speichraum **35** erzeugte Rückstelldruck wird über die dritte Druckmittelleitung **43** in die Rückstellkammer **28** übertragen. Eine vierte Druckmittelleitung **44** verbindet die Speicherkammer **35** über ein drittes Rückschlagventil **63** mit der in den Druckmittelbehälter **46** führenden ersten Druckmittelleitung **41** in Förderrichtung der Druckmittelpumpe hinter dem ersten Rückschlagventil **61**. Das dritte Rückschlagventil **63** sperrt in Richtung der ersten Druckmittelleitung **41**.

[0032] Beim ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** wird mit dem hydraulischen Schaltventil **50** der Kopplerraum **29** angesteuert. Dazu ist das Schaltventil **50** in der ersten Druckmittelleitung **41** stromab des ersten Rückschlagventils **61** und in Förderrichtung der Druckmittelpumpe **40** hinter der hydraulischen Verbindung mit der vierten Druckmittelleitung **44** angeordnet.

[0033] Nachfolgend wird die Funktionsweise des ersten Ausführungsbeispiels der Förderpumpe beschrieben. **Fig. 1** zeigt die Förderpumpe in einer Förderhubstellung. Dazu ist das Schaltventil **50** in einer ersten Schaltstellung gesperrt, so dass das Druckmittel im Kopplerraum **29** eingeschlossen ist und durch den Hub des Antriebsstößels **32** sich ein entsprechender Kraftübertragungsdruck im Kopplerraum **29** aufbaut, der über den Kopplerraum **29** auf den Pumpenstößel **24** und damit auf das Pumpenelement **21** übertragen wird, wodurch der Pumpenkolben **22** einen Förderhub im Pumpenraum **25** ausführt. Die Speicherkammer **35** wird über das erste Rückschlagventil **61** und das dritte Rückschlagventil **63** von der Druckmittelpumpe **40** mit Druckmittel befüllt. Gleichzeitig wird das aus der Rückstellkammer **28** verdrängte Druckmittel über die dritte Druckmittelleitung **43** ebenfalls in die aufgrund der Vorwärtsbe-

wegung des Rückstellstößels **34** sich vergrößernden Speicherkammer **35** geschoben.

[0034] **Fig. 2** zeigt die Förderpumpe in einer Stellung an einem Förderhubende. Zur Einstellung des Förderhubendes wird das Schaltventil **50** in eine zweite, geöffnete Schaltstellung gebracht. Das Druckmittel wird aus dem Kopplerraum **29** über das Schaltventil **50** und die vierte Druckmittelleitung **44** in die Speicherkammer **35** abgeleitet, wodurch der Druck im Kopplerraum **29** sinkt und dadurch im Kopplerraum **29** die Kraftübertragung auf den Kolbenstößel **24** des Pumpenelements **21** unterbrochen wird. Das Pumpenelement **21** bleibt stehen und der Pumpenkolben **22** drückt keinen Kraftstoff mehr in die Druckleitung **12**. Folglich wird mit dem Umschalten des Schaltventils **50** in die zweite, geöffnete Schaltstellung der Förderhub des Pumpenkolbens **22** deaktiviert, wodurch eine bedarfsgerechte Fördermenge an Kraftstoff einstellbar ist. Dadurch muss der Pumpenraum **25** nicht vollständig mit Kraftstoff wiederbefüllt werden, weil das nicht ausgestoßene Restvolumen an Kraftstoff bis zum nächsten Förderhub im Pumpenraum **25** verbleibt.

[0035] In **Fig. 3** befindet sich das Pumpenelement **21** gemäß einer Alternative zu **Fig. 2** am Endanschlag im oberen Totpunkt am Beginn eines Saughubs. Dazu bleibt das Schaltventil **50** bis in den Umkehrpunkt des Antriebstößels **31** zur Befüllung des Kopplerraums **29** mit Druckmittel geöffnet. Bei einer Endstellung des Pumpenelements **21** im oberen Totpunkt wird das gesamte Volumen aus dem Pumpenraum **25** in die Druckleitung **12** gefördert. Eingeleitet wird die Rückstellung des Pumpenelements **21** durch eine Bewegung des Rückstellstößels **34**, wie nachfolgend beschrieben wird. Dabei ist das Schaltventil **50** geöffnet.

[0036] Nach der Endstellung und nach dem Umkehrpunkt des Nockens **37** schiebt der Nocken **37** den Rückstellstößel **34** in die Speicherkammer **35** hinein und das Rückstellvolumen wird aus der Speicherkammer **35** über die dritte Druckmittelleitung **43** in die Rückstellkammer **28** gedrückt. In der Rückstellkammer **28** wird daraufhin der Rückstelldruck aufgebaut, der gegen die Ringfläche **26** des Pumpenstößels **24** drückt und das Pumpenelement **21** in Richtung des Kopplerraums **29** bewegt. Der erforderliche Rückstelldruck wird dabei mittels des Öffnungsdrucks des zweiten Rückstellventils **62** eingestellt.

[0037] Durch die Drehbewegung der Nockenwelle **36** und des Nockens **37** wird bis in die Hubstellung des unteren Totpunkts gemäß **Fig. 4** weiterhin Druckmittel aus der Speicherkammer **35** in die Rückstellkammer **28** gedrückt. Bis zur Hubstellung im unteren Totpunkt bleibt das Schaltventil **50** geöffnet, so dass gleichzeitig der Kopplerraum **29** über die erste Druckmittelleitung **41** mittels der Druckmittelpumpe **40** mit Druckmittel gefüllt wird. Nach dem Umkehrpunkt des Nockens **37** wird das Schaltventil **51** wieder gemäß **Fig. 1** gesperrt und der Antriebsstößel **32** drückt mit seiner Stirnfläche in den Kopplerraum **29** und baut dort wieder den entsprechenden Kraftübertragungsdruck für das Pumpenelement **21** auf. Denkbar ist auch, dass das Schaltventil **50** bei Teilhüben erst später schließt und der Resthub für die Förderung genutzt wird, wodurch geringere Kompressionsverluste im Druckmittel auftreten.

[0038] Beim ersten Ausführungsbeispiel erfolgt eine vollständige Rückstellung des Pumpenelements **21** bis in den unteren Totpunkt und eine Befüllung der Rückstellkammer **28** mittels des Rückstellvolumens aus der Speicherkammer **35**. Dementsprechend kann beim ersten Ausführungsbeispiel der Förderhub des Pumpenkolbens **22** über die Endstellung des Pumpenelements **21** in Richtung des Förderhubs variiert werden. Die Rückstellung des Pumpenelements **21** startet in der Endstellung in Förderhubrichtung durch Öffnen des Schaltventils **50** und Entlastung des Kopplerraums **29**.

[0039] Diese gezielte Hubeinstellung in Förderhubrichtung ermöglicht, dass nur eine bedarfsgerecht benötigte Fördermenge aus dem Pumpenraum **25** in die Druckleitung **12** gefördert wird.

[0040] Beim zweiten Ausführungsbeispiel der Förderpumpe gemäß **Fig. 5**, **Fig. 6**, **Fig. 7** und **Fig. 8** wird die Rückstellkammer **28** mit dem hydraulischen Schaltventil **50** angesteuert. Dazu ist das Schaltventil **50** in einer fünften Druckmittelleitung **45** angeordnet, welche die zweite hydraulische Druckmittelleitung **42** in Öffnungsrichtung vor dem zweiten Rückschlagventil **62** mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung **41** in Förderrichtung der Druckmittelpumpe **40** hinter dem ersten Rückschlagventil **61** hydraulisch verbindet. In der zum Kopplerraum **29** führenden ersten Druckmittelleitung **41** ist ein viertes Rückschlagventil **64** angeordnet, das ebenfalls entgegen der Strömungsrichtung des Druckmittels sperrt und das in Förderrichtung der Druckmittelpumpe **40** hinter der hydraulischen Verbindung mit der vierten Druckmittelleitung **44** und der fünften Druckmittelleitung **45** liegt.

[0041] Weiterhin ist beim zweiten Ausführungsbeispiel im Pumpenstößel **24** eine hubabhängig schaltbare Druckausgleichsleitung **54** zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** vorgesehen. Dazu ist von der Stirnseite ausgehend eine Sacklochbohrung **55** und eine davon abzweigende Querbohrung **56** in den Pumpenstößel **24** eingebracht. In der Sacklochbohrung **55** ist ein weiteres Rückschlagventil **58** untergebracht, das in Richtung des Kopplerraums **29** sperrt. Die Druckausgleichsleitung **54** dient dazu, um aus Sicherheitsgründen die Kraftübertragung über den Kopplerraum **29** in der Endstellung des Pumpenelements **21** im oberen Totpunkt zu begrenzen.

Die Druckausgleichsleitung **54** ist so gestaltet, dass bei Erreichen des oberen Totpunktes die Querbohrung **56** als Steuerkante die Rückstellkammer **28** erreicht, wodurch zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** über das weitere Rückschlagventil **58** eine hydraulische Verbindung entsteht, über welche ein Druckausgleich stattfindet.

[0042] In **Fig. 5** befindet sich das Pumpenelement **21** am Förderbeginn. Das Schaltventil **50** ist dabei geöffnet und die Druckausgleichsleitung **54** ist mit der Steuerkante geschlossen. Der Nocken **37** schiebt den Antriebsstößel **32** in Pfeilrichtung in den Kopplerraum **29**. Dadurch wird im Kopplerraum **29** der Kraftübertragungsdruck aufgebaut, der auf die gegenüberliegende Stirnfläche des Pumpenstößels **24** wirkt und dabei das Pumpenelement **21** in Förderrichtung mit den Pumpenkolben **22** in den Pumpenraum **25** bewegt. Die über den Kopplerraum **29** entstehende Kraftübertragung erzeugt im Pumpenraum **24** den entsprechenden Hochdruck, der über die Druckleitung **12** zur nicht dargestellten Einspritzeinrichtung geführt wird. Gleichzeitig wird die Rückstellkammer **28** über das geöffnete Schaltventil **50**, die fünfte Druckmittelleitung **45** und die vierte Druckmittelleitung **44** in die Speicherkammer **35** entleert. Zum Aufbau des Kraftübertragungsdruckes im Kopplerraum **29** ist das in die erste Druckmittelleitung **41** geschaltete vierte Rückschaltventil **64** gesperrt.

[0043] In **Fig. 6** ist die Förderpumpe in einer Stellung am Förderhubende im oberen Totpunkt des Pumpenelements **21** dargestellt. In dieser Stellung ist die Steuerkante der Druckausgleichsleitung **54** wirksam, so dass über die Druckausgleichsleitung **54** ein Druckausgleich zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** stattfindet. Das überschüssige Volumen aus dem Kopplerraum **29** wird über die Rückstellkammer **28** in die Speicherkammer **35** verschoben, wobei das Schaltventil **50** dabei geöffnet ist.

[0044] Gemäß **Fig. 7** wird am Förderhubende im oberen Totpunkt des Pumpenelements **21** zur Einleitung eines Saughubs das Schaltventil **50** in die erste, gesperrte Schaltstellung gebracht. Gleichzeitig bewegt der Nocken **37** den Rückstellstößel **34** in der angegebenen Pfeilrichtung, so dass das Rückstellvolumen aus der Speicherkammer **35** über die Druckmittelleitung **43** in die Rückstellkammer **28** gedrückt wird. Das in der zweiten Druckmittelleitung **42** enthaltene zweite Rückschlagventil **62** ist, wie beim ersten Ausführungsbeispiel auf den erforderlichen Rückstelldruck eingestellt. Sobald das notwendige Fördervolumen für den Pumpenkolben **22** im Pumpenraum **25** erreicht ist, wird das Schaltventil **50** gemäß **Fig. 8** wieder in die zweite, geöffnete Schaltstellung gebracht. Dadurch wird die Rückstellkammer **28** druckentlastet und das Druckmittel wird aus der Rückstellkammer **28** über die fünfte Druckmittelleitung **45** in den Kopplerraum **29** geschoben.

[0045] Beim zweiten Ausführungsbeispiel kann mittels des Schaltventils **50** die Endstellung des Pumpenelements **21** in Richtung des Saughubs variiert werden. Die Endstellung in Förderhubrichtung ist hingegen nicht steuerbar, sondern ist abhängig von der Steuerkante der Druckausgleichsleitung **54**, die den Druckausgleich zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** herstellt. Durch diese gezielte Hubeinstellung in Saughubrichtung ist es möglich, eine bedarfsgerechte Fördermenge an Kraftstoff in den Pumpenraum **25** anzusaugen.

[0046] Dadurch tritt eine geringere Erwärmung des Kraftstoffs im Vergleich zu einer nicht bedarfsgerechten Förderung auf. Gleichzeitig bewirkt der geschaltete Teilhub ohne vollständige Rückstellung in den unteren Totpunkt, dass das Totvolumen im Kopplerraum **29** minimiert wird, wodurch Kompressionsverluste reduziert werden.

[0047] Beim dritten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 9**, **Fig. 10**, **Fig. 11** und **Fig. 12** sind ein erstes hydraulisches Schaltventil **51** zur Ansteuerung des Kopplerraums **29** und ein zweites hydraulisches Schaltventil **52** zur Ansteuerung der Rückstellkammer **28** vorgesehen. Das erste hydraulische Schaltventil **51** ist in der ersten Druckmittelleitung **41** und das zweite hydraulische Schaltventil **52** ist in der zweiten Druckmittelleitung **42** angeordnet. Dieses Ausführungsbeispiel stellt somit eine Kombination des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels dar. Dadurch wird eine hohe Flexibilität hinsichtlich einer variablen Kolbenrückstellung und eines davon unabhängig einstellbaren Förderhubs erreicht.

[0048] Auch hierbei wird, wie beim zweiten Ausführungsbeispiel, aus Sicherheitsgründen die Endstellung des Pumpenelements **21** im oberen Totpunkt durch die schaltbare Druckausgleichsleitung **54** zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** festgelegt.

[0049] In **Fig. 9** befindet sich das Pumpenelement **21** am Förderbeginn. Das erste Schaltventil **51** ist dabei geschlossen und das zweite Schaltventil **52** ist geöffnet. Die Druckausgleichsleitung **54** ist mit der Steuerkante ebenfalls geschlossen. Der Nocken **37** schiebt den Antriebsstößel **32** in Pfeilrichtung in den Kopplerraum **29**. Dadurch wird im Kopplerraum **29** der Kraftübertragungsdruck aufgebaut, der, wie bei den anderen Ausführungsbeispielen, das Pumpenelement **21** in Förderrichtung mit dem Pumpenkolben **22** in den Pumpenraum **25** bewegt. Die über den Kopplerraum **29** entstehende Kraftübertragung erzeugt im Pumpenraum **24** den entsprechenden Hochdruck, der über die Druckleitung **12** zur nicht dargestellten Einspritzeinrichtung geführt wird. Gleichzeitig wird ein überschüssiges Volumen aus der Rückstellkammer **28** über die fünfte Druckmittelleitung **45**, das geöffne-

te zweite Schaltventil **52** und die vierte Druckmittelleitung **44** in die Speicherkammer **35** entleert.

[0050] In **Fig. 10** ist die Förderpumpe in einer ersten Endstellung des Pumpenelements **21** in Förderhubrichtung in einer Förderpause dargestellt. Zum Schalten dieser Endstellung zwischen unterem und oberem Totpunkt des Pumpenelements **21** wird die Kraftübertragung über den Kopplerraum **29** beendet, indem das erste Schaltventil **51** in die geöffnete Schaltstellung gebracht wird. Das zweite Schaltventil **52** bleibt weiter geöffnet. In dieser Zwischenstellung zwischen unterem und oberem Totpunkt des Pumpenelements **21** ist die Steuerkante der Druckausgleichsleitung **54** unwirksam und es findet somit kein Druckausgleich zwischen dem Kopplerraum **29** und der Rückstellkammer **28** statt. Das Volumen aus dem Kopplerraum **29** wird über die erste Druckmittelleitung **41** und die vierte Druckmittelleitung **44** in die Speicherkammer **35** verschoben. Dementsprechend wird das aus dem Kopplerraum **29** herausgedrückte Druckmittel zur Befüllung der Speicherkammer **35** genutzt. Der sich durch die weitere Umdrehung der Nockenwelle **36** in den Kopplerraum **29** schiebende Antriebsstößel **32** bleibt unwirksam und das Pumpenelement **21** bleibt stehen. Die Förderung von Kraftstoff aus dem Pumpenraum **25** in die Druckleitung **14** ist gestoppt. Die Förderung von weiterem Kraftstoff aus dem Pumpenraum **25** kann mit der nächsten Umdrehung der Nockenwelle **36** fortgesetzt werden, beispielsweise bis in die Endstellung im oberen Totpunkt des Pumpenelements **21** gemäß **Fig. 11**, wobei hier die Steuerkante der Druckausgleichsleitung **54** in die Rückstellkammer **28** weist und somit ein schneller Druckausgleich zwischen Kopplerraum **29** und Rückstellkammer **28** stattfindet. Das Pumpenelement **21** befindet sich hierbei im oberen Totpunkt.

[0051] Gemäß **Fig. 11** wird am Förderhubende zur Einleitung der Rückstellbewegung des Pumpenelements **21** das erste Schaltventil **51** in die zweite, geöffnete Schaltstellung und das zweite Schaltventil **52** in die erste, gesperrte Schaltstellung gebracht. Gleichzeitig bewegt der Nocken **37** den Rückstellstößel **34** in die angegebene Pfeilrichtung, so dass das Rückstellvolumen aus der Speicherkammer **35** in die Rückstellkammer **28** gedrückt wird. Das in der zweiten Druckmittelleitung **42** enthaltene zweite Rückschlagventil **62** ist auch hier auf den erforderlichen Rückstelldruck eingestellt. Das dritte Rückschlagventil **63** sperrt ebenfalls den Abfluss des Druckmittels. Sobald das notwendige Fördervolumen im Pumpenraum **25** erreicht ist, wird der Saughub beendet, indem das zweite Schaltventil **52** gemäß **Fig. 12** wieder in die zweite, geöffnete Schaltstellung gebracht wird. Dadurch wird die Rückstellkammer **28** druckentlastet und das Druckmittel wird aus der Rückstellkammer **28** über die fünfte Druckmittelleitung **45** in den Kopplerraum **29** geschoben. Das durch die weitere Bewegung des Rückstellstößels **34** aus der Speicherkammer **35** gedrückte Druckmittel wird ebenfalls über die Rückstellkammer **28** in den Kopplerraum **29** geleitet. Zum Einleiten des Förderhubs wird das erste Schaltventil **51** gemäß **Fig. 9** wieder in die erste, geschlossene Schaltstellung gebracht, so dass der erforderliche Kraftübertragungsdruck im Kopplerraum **29** aufgebaut werden kann.

[0052] Beim dritten Ausführungsbeispiel kann somit zur Einstellung einer bedarfsgerechten Fördermenge an Kraftstoff die Endstellung des Pumpenelements **21** in Förderhubrichtung und in Saughubrichtung variiert werden. Die dadurch erzielbare Variierung der Hubeinstellungen ermöglicht, dass beim Förderhub nur die benötigte Fördermenge aus dem Pumpenraum **25** gedrückt wird und dass beim Saughub nur die benötigte Fördermenge in den Pumpenraum **25** angesaugt wird und keine Füllung des gesamten Pumpenraums **25** mit Kraftstoff notwendig ist. Dadurch tritt eine geringere Erwärmung des Kraftstoffs auf. Gleichzeitig bewirkt der geschaltete Teilhub in Saughubrichtung ohne vollständige Rückstellung in den unteren Totpunkt, dass das Totvolumen im Pumpenraum **25** minimiert wird, wodurch Kompressionsverluste weiter reduziert werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016210728 [0002]

Patentansprüche

1. Förderpumpe, insbesondere für kryogene Kraftstoffe, mit einem von einer Antriebseinrichtung (30) betätigbaren Pumpenelement (21) und einem mit einem Druckmittel gefüllten Kopplerraum (29), über welchen ein Kolbenstößel (24) des Pumpenelements (21) mit einem Antriebsstößel (32) der Antriebseinrichtung (30) in Wirkverbindung gekoppelt ist, wobei das Pumpenelement (21) einen Förderhub zum Verdichten des Kraftstoffs in einem Pumpenraum (25) und einen in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Saughub ausführt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit dem Druckmittel befüllbare Rückstellkammer (28) vorgesehen ist, welcher der Kolbenstößel (24) mit einer in Richtung des Saughubs wirkenden Druckfläche (26) ausgesetzt ist.

2. Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit dem Druckmittel befüllbare Speicherkammer (35) vorgesehen ist, welche über eine dritte hydraulische Druckmittelleitung (43) mit der Rückstellkammer (28) hydraulisch verbunden ist und in welcher ein auf die Rückstellkammer (28) übertragbarer Rückstelldruck für den Kolbenstößel (24) erzeugbar ist.

3. Förderpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung des Rückstelldrucks ein mit der Antriebseinrichtung (30) zusammenwirkender Rückstellstößel (34) auf die Speicherkammer (35) einwirkt.

4. Förderpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherkammer (35) über eine vierte hydraulische Druckmittelleitung (44) mit einer ersten Druckmittelleitung (41) hydraulisch verbunden ist, wobei über die erste hydraulische Druckmittelleitung (41) der Kopplerraum (29) von einer Druckmittelpumpe (40) mit Druckmittel befüllbar ist.

5. Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückstellkammer (28) über eine zweite hydraulische Druckmittelleitung (42) mit einem zweiten Rückschlagventil (62) mit einem drucklosen Druckmittelbehälter (46) hydraulisch verbunden ist, und dass mittels des zweiten Rückschlagventils (62) der Rückstelldruck in der Rückstellkammer (28) einstellbar ist.

6. Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein hydraulisches Schaltventil (50) vorgesehen ist, welches den Kopplerraum (29) und/oder die Rückstellkammer (28) ansteuert.

7. Förderpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass über das hydraulische Schaltventil (50) der Kopplerraum (29) mit der Speicherkammer (35) hydraulisch verbindbar ist.

8. Förderpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltventil (50) in der ersten hydraulische Druckmittelleitung (41) in Förderrichtung der Druckmittelpumpe (40) hinter der hydraulischen Verbindung mit der vierten Druckmittelleitung (44) angeordnet ist.

9. Förderpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass über das hydraulische Schaltventil (50) die Rückstellkammer (28) mit dem Kopplerraum (29) hydraulisch verbindbar ist.

10. Förderpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das hydraulische Schaltventil (50) in einer fünften hydraulischen Druckmittelleitung (45) angeordnet ist, welche die zweite hydraulische Druckmittelleitung (42) in Öffnungsrichtung vor dem zweiten Rückschlagventil (62) mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung (41) hydraulisch verbindet.

11. Förderpumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung der fünften hydraulischen Druckmittelleitung (45) mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung (41) zwischen einem ersten und einem vierten Rückschlagventil (61, 64) liegt, die jeweils gegen die Förderrichtung der Druckmittelpumpe (40) sperren.

12. Förderpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes hydraulisches Schaltventil (51) und ein zweites hydraulisches Schaltventil (52) vorgesehen sind, und dass über das erste Schaltventil (51) der Kopplerraum (29) mit der Speicherkammer (35) und über das zweite Schaltventil (52) die Rückstellkammer (28) mit dem Kopplerraum (29) hydraulisch verbindbar ist.

13. Förderpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Schaltventil (51) in der ersten hydraulischen Druckmittelleitung (41) in Förderrichtung der Druckmittelpumpe (40) hinter der hydraulischen Verbindung mit der vierten Druckmittelleitung (44) angeordnet ist, und dass das zweite Schaltventil (52) in einer fünften hydraulischen Druckmittelleitung (45) angeordnet ist, welche die zweite hydraulische Druckmittelleitung (42) in Öffnungsrichtung vor dem zweiten Rückschlagventil (62) mit der ersten hydraulischen Druckmittelleitung (41) hydraulisch verbindet.

14. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Kopplerraum (29) und Rückstellkammer (28) eine Druckausgleichsleitung (54) vorgesehen ist, die hubabhän-

gig im oberen Totpunkt des Pumpenelements (21) von einer Steuerkante geschaltet wird.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

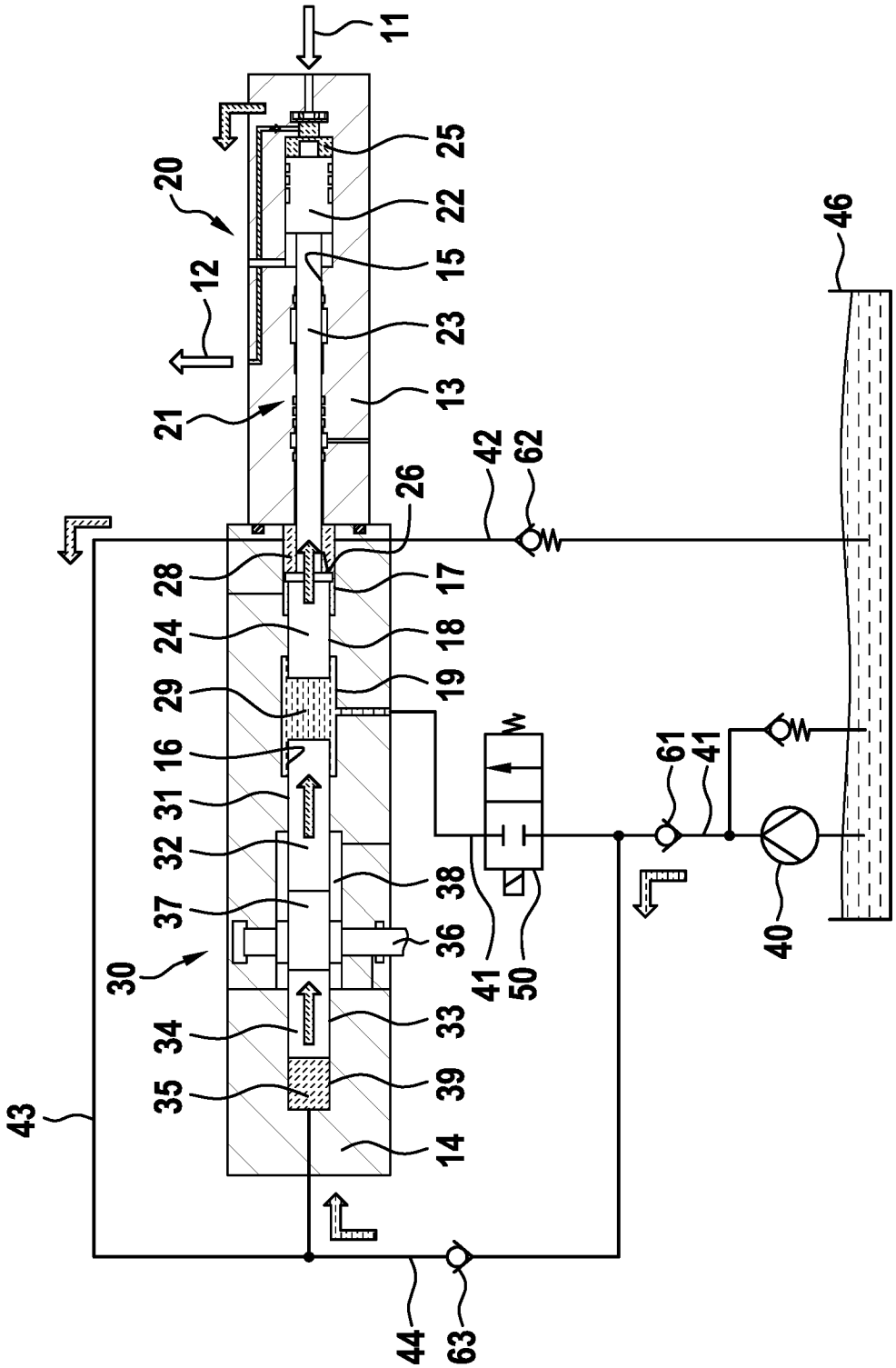


Fig. 1

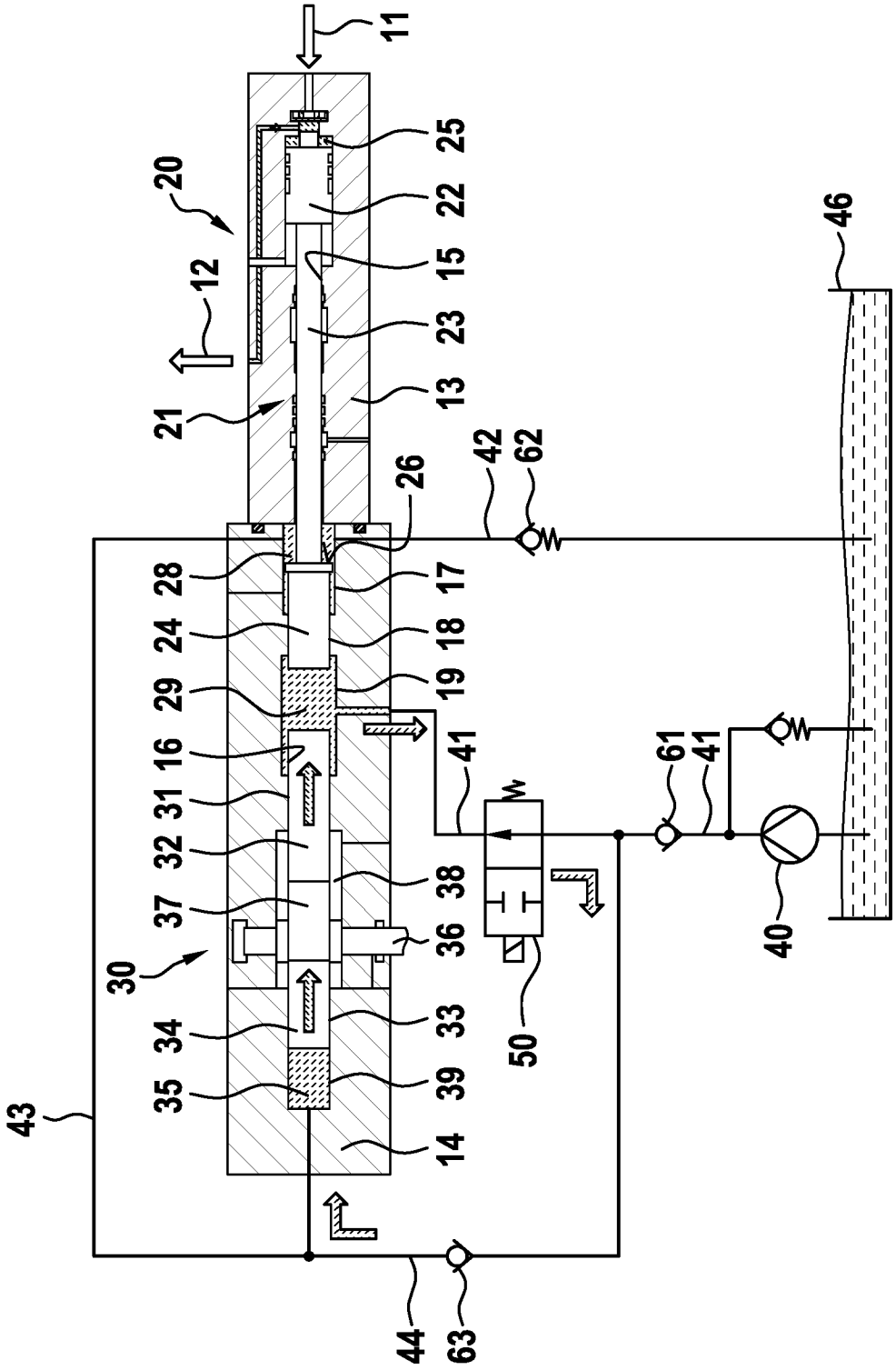

11
20
12
21
25
22
15
23
13
26
42
62
46
28
17
24
18
29
19
16
41
61
41
31
32
38
37
36
30
34
33
50
35
39
40
43
14
44
63

Fig. 2

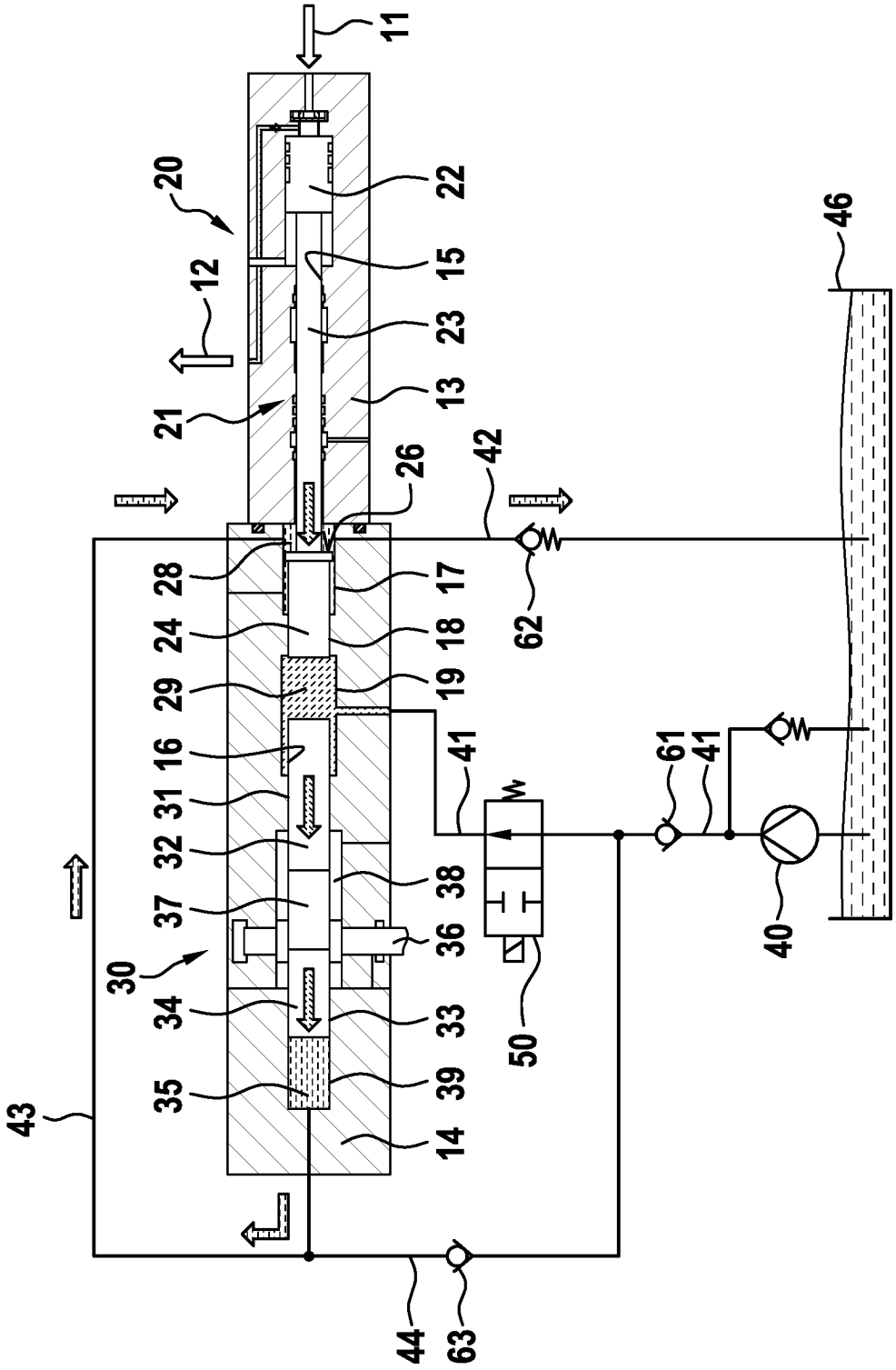

11
20
22
12
15
23
13
21
26
42
46
28
17
24
18
62
29
19
16
41
61
41
31
32
38
37
36
30
34
33
50
40
35
39
43
14
44
63

Fig. 3

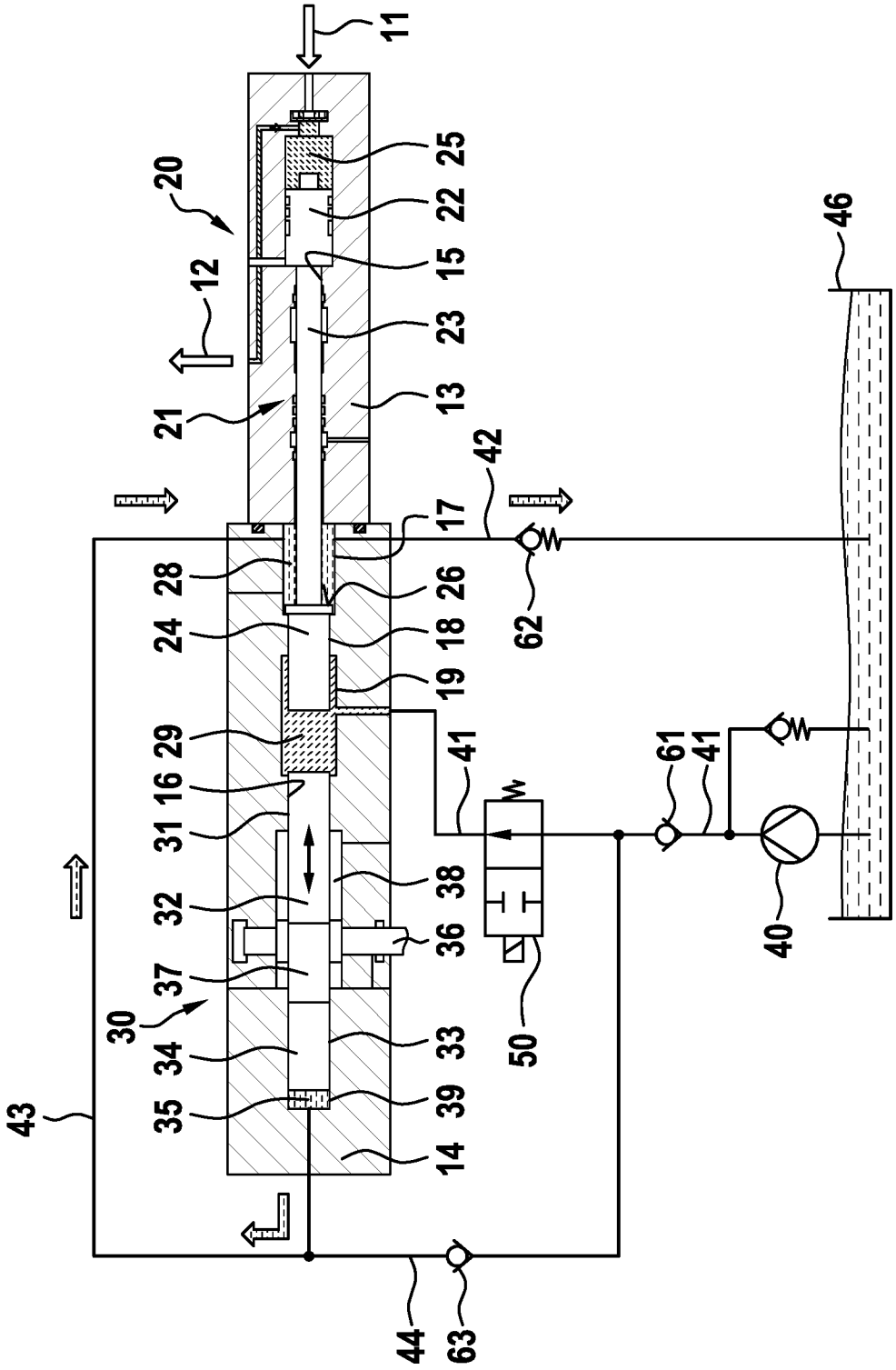

11
20
25
22
15
12
23
13
21
42
17
28
26
24
18
62
19
29
41
61
41
16
31
38
32
36
40
37
30
33
50
34
39
35
43
14
44
63
46

Fig. 4

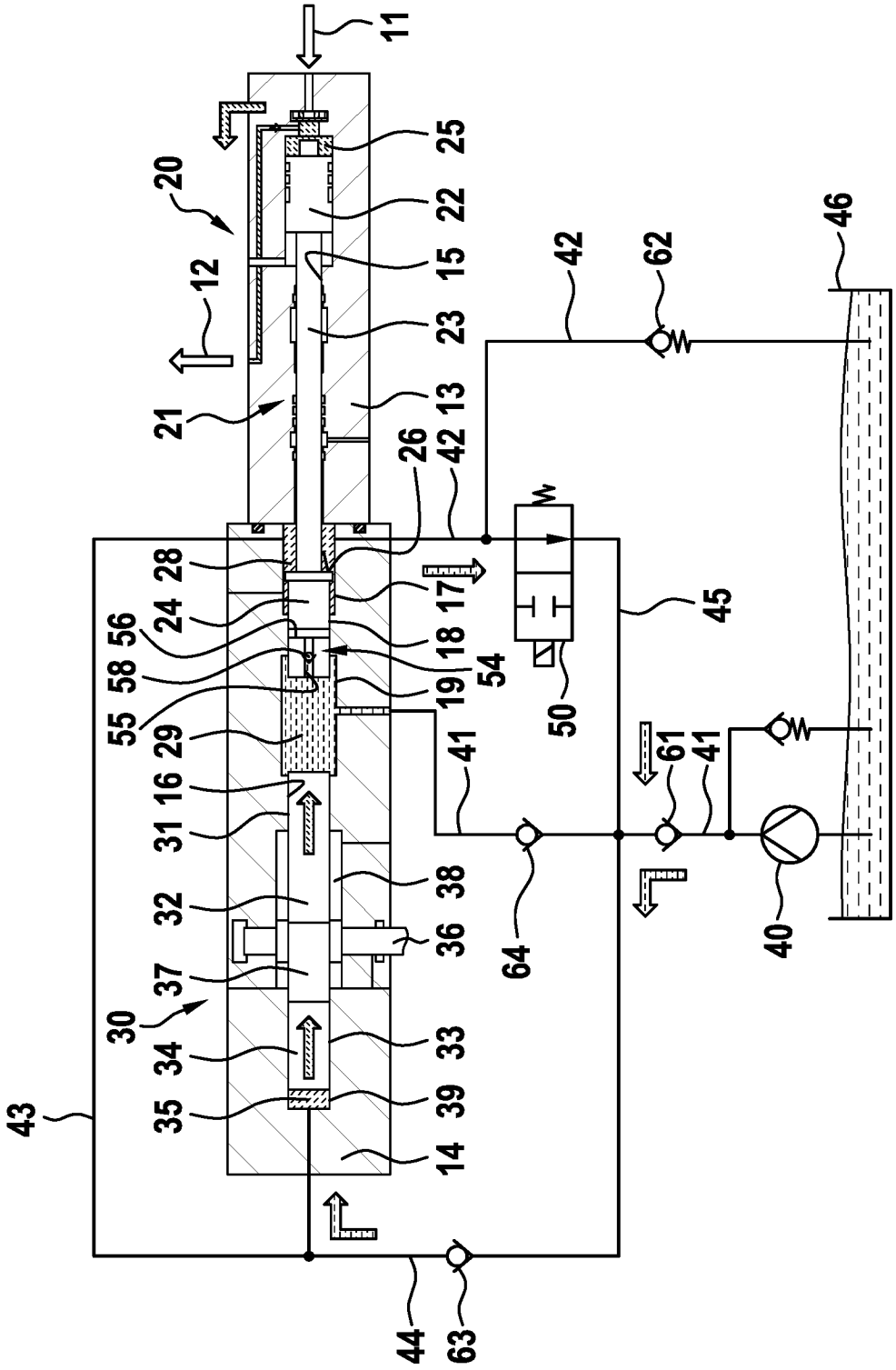

11
25
20
22
15
12
23
13
21
26
42
28
17
24
18
56
58
19
54
55
29
41
16
31
38
32
36
37
30
34
33
35
39
14
43
44
63
64
50
45
42
62
46
61
41
40

Fig. 5

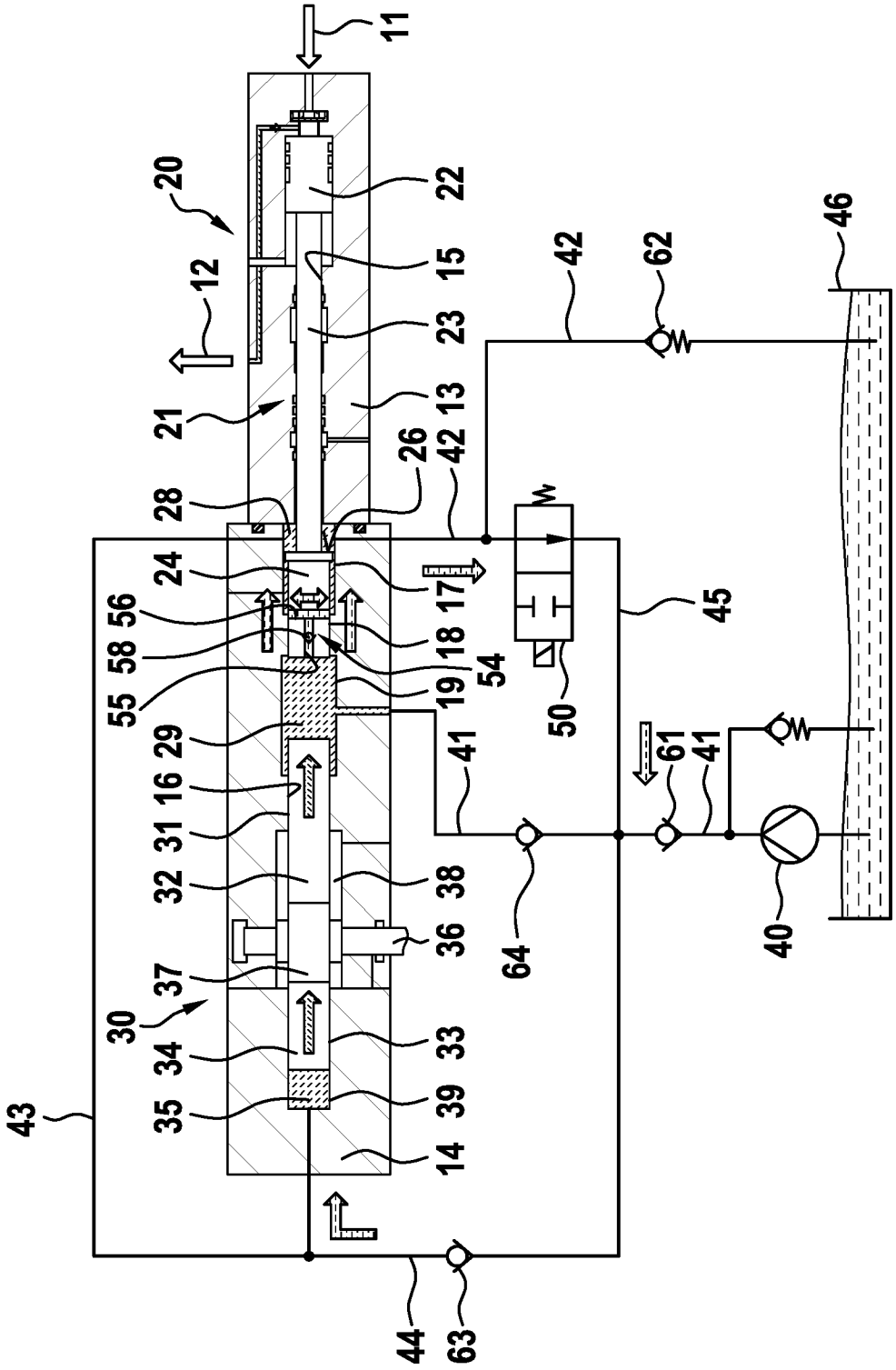

11
20
22
12
15
23
21
13
26
42
28
24
17
56
58
18
54
55
19
29
16
31
32
38
36
37
30
34
33
35
39
14
43
44
63
45
50
41
61
64
40
62
46

Fig. 6

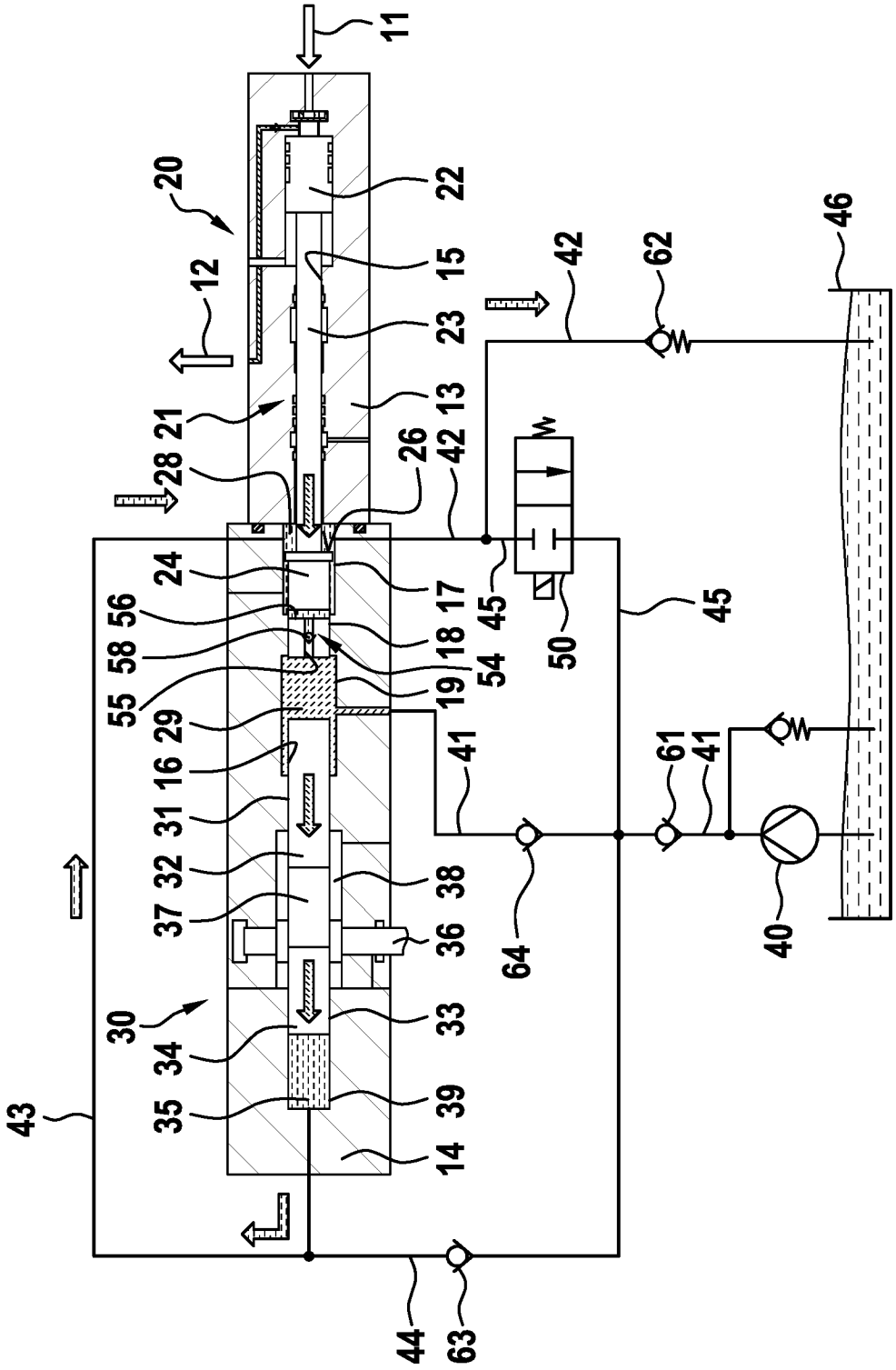

11
20
22
12
15
23
13
21
28
26
42
24
17
56
58
18
54
55
19
29
41
16
31
32
38
37
36
30
33
34
39
35
14
43
44
63
64
45
50
61
40
46
62

Fig. 7

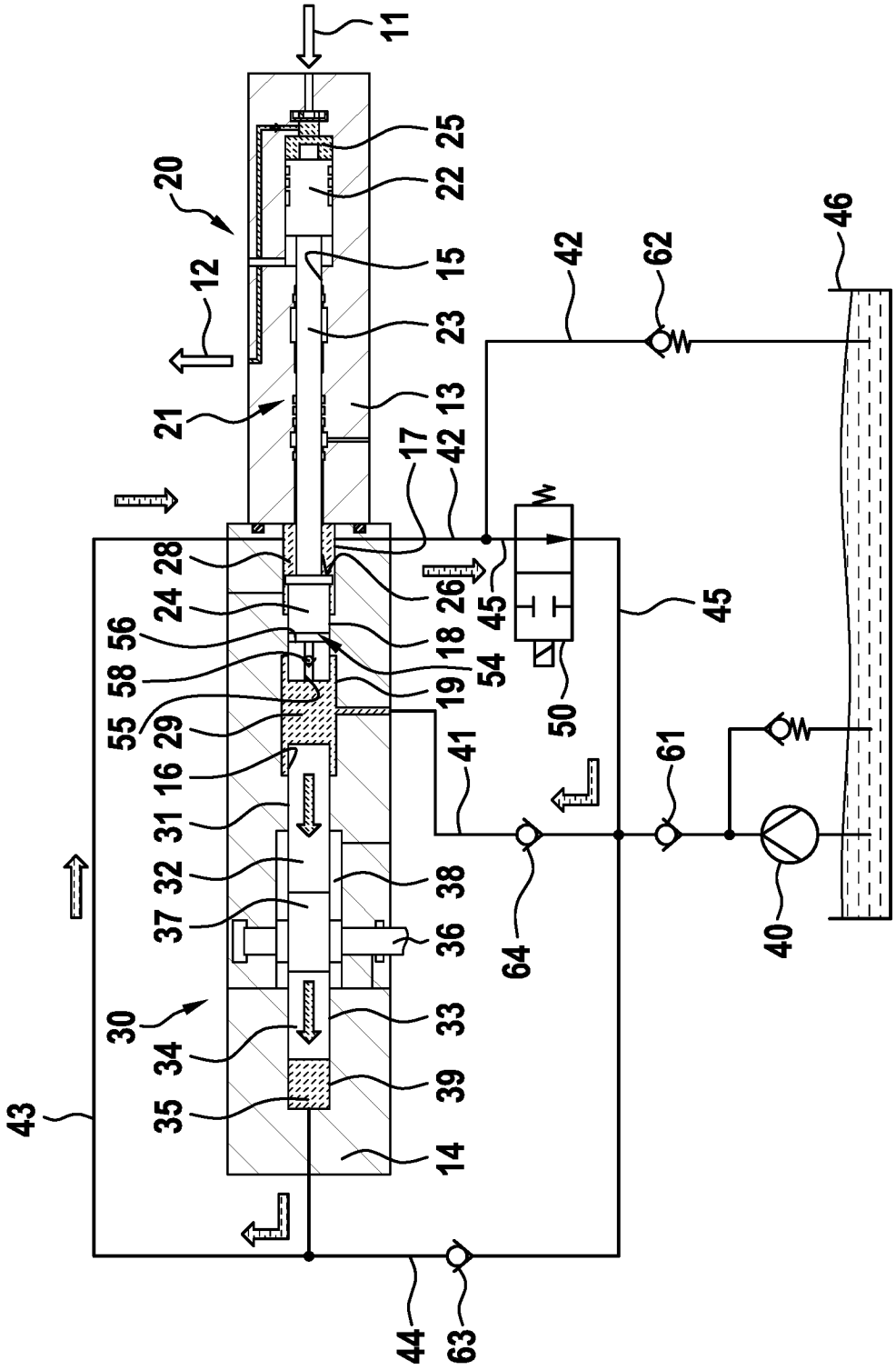

11
20
25
22
12
15
23
21
13
17
42
28
24
26
56
18
58
54
55
19
29
16
31
32
38
37
36
30
33
34
39
35
14
43
44
63
45
50
41
64
61
40
62
46

Fig. 8

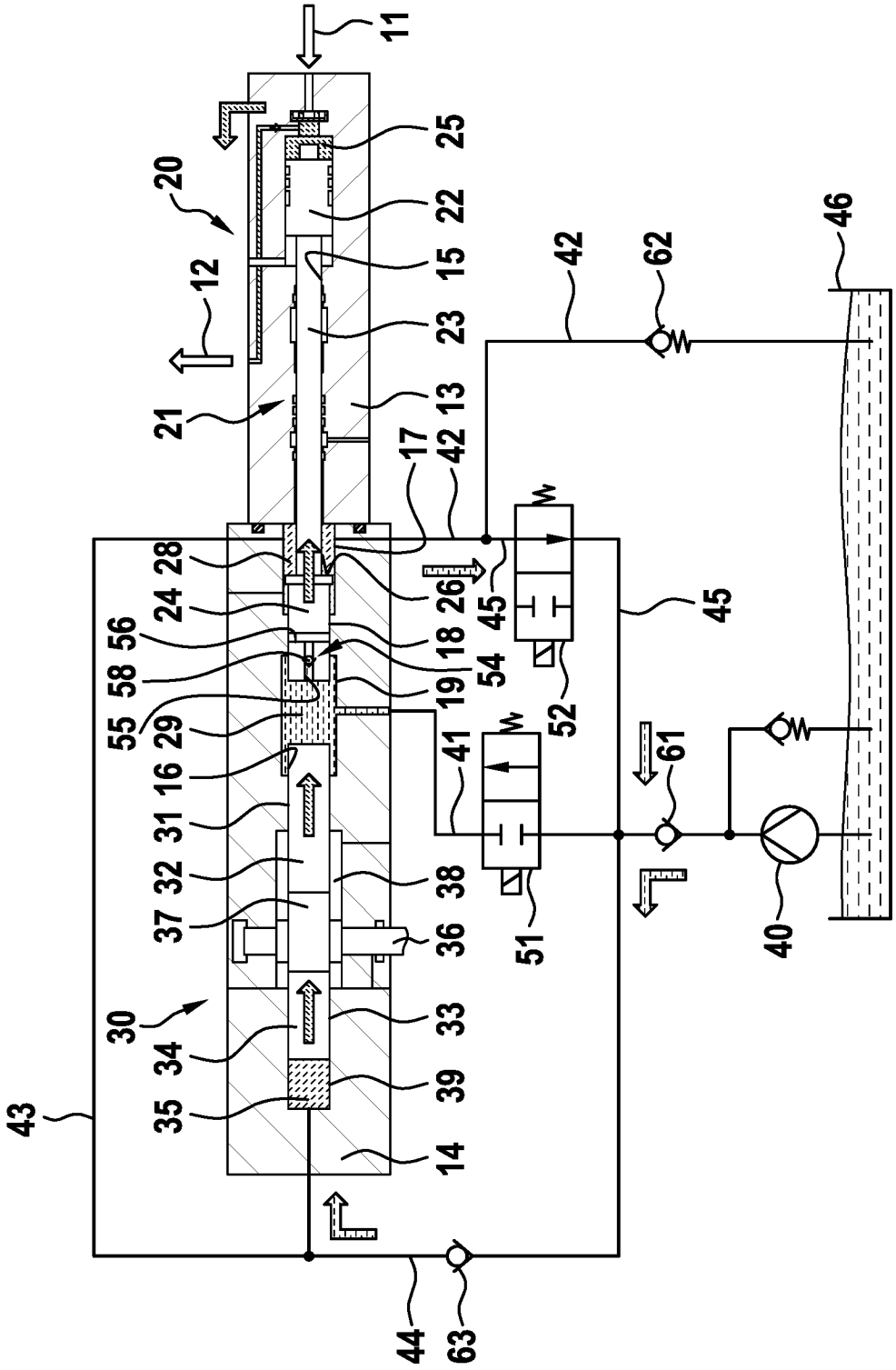

11
25
20
22
15
12
23
21
13
17
42
28
24
26
45
56
18
58
54
19
55
29
52
16
41
31
32
38
37
36
51
30
33
34
39
35
14
43
44
63
42
62
46
45
61
40

Fig. 9

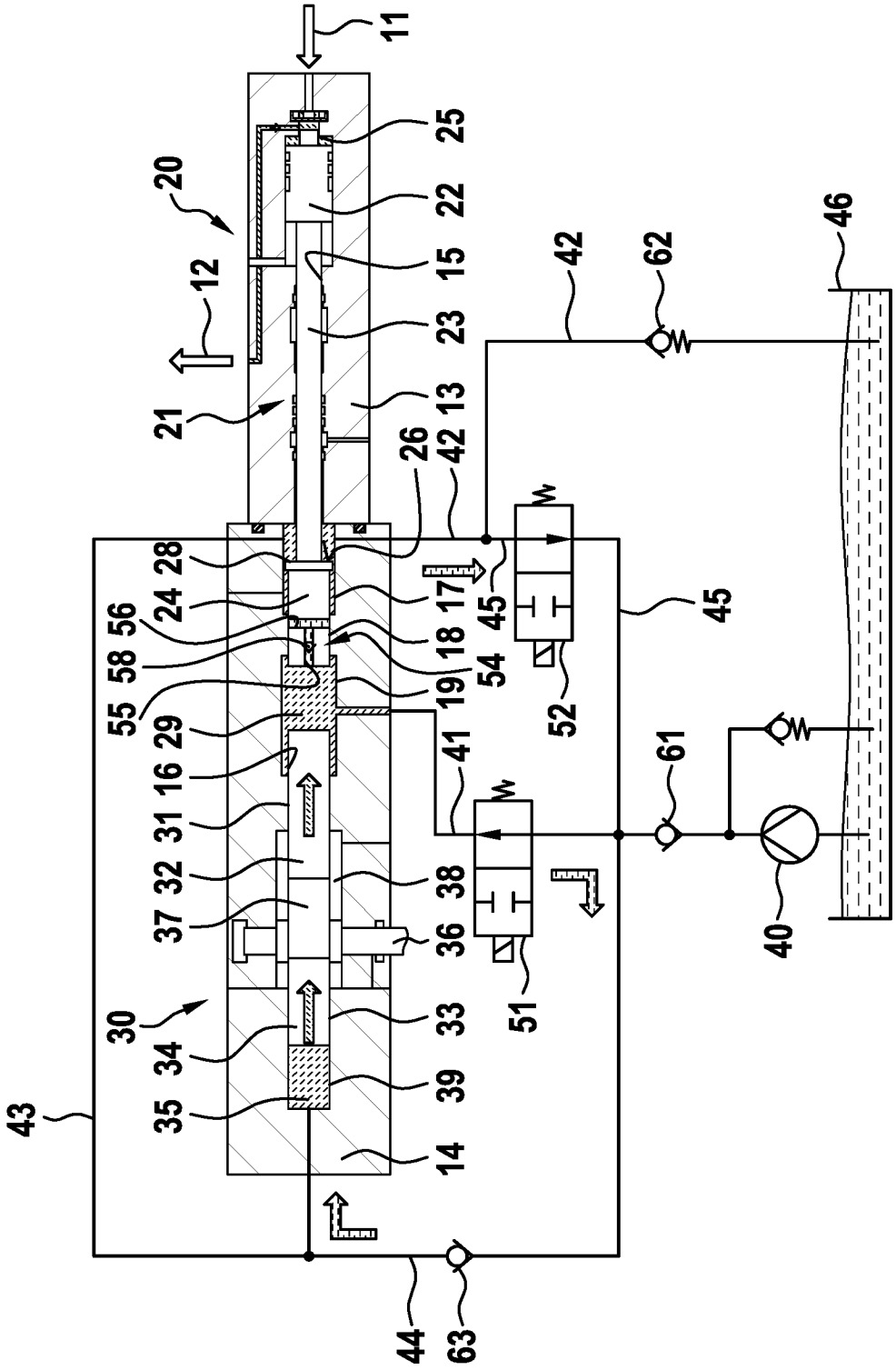

11
25
20
22
12
15
23
21
13
26
42
28
24
17
56
18
58
54
55
19
29
16
31
32
38
37
36
30
33
34
39
35
14
43
44
63
45
52
41
51
61
40
46
62

Fig. 10

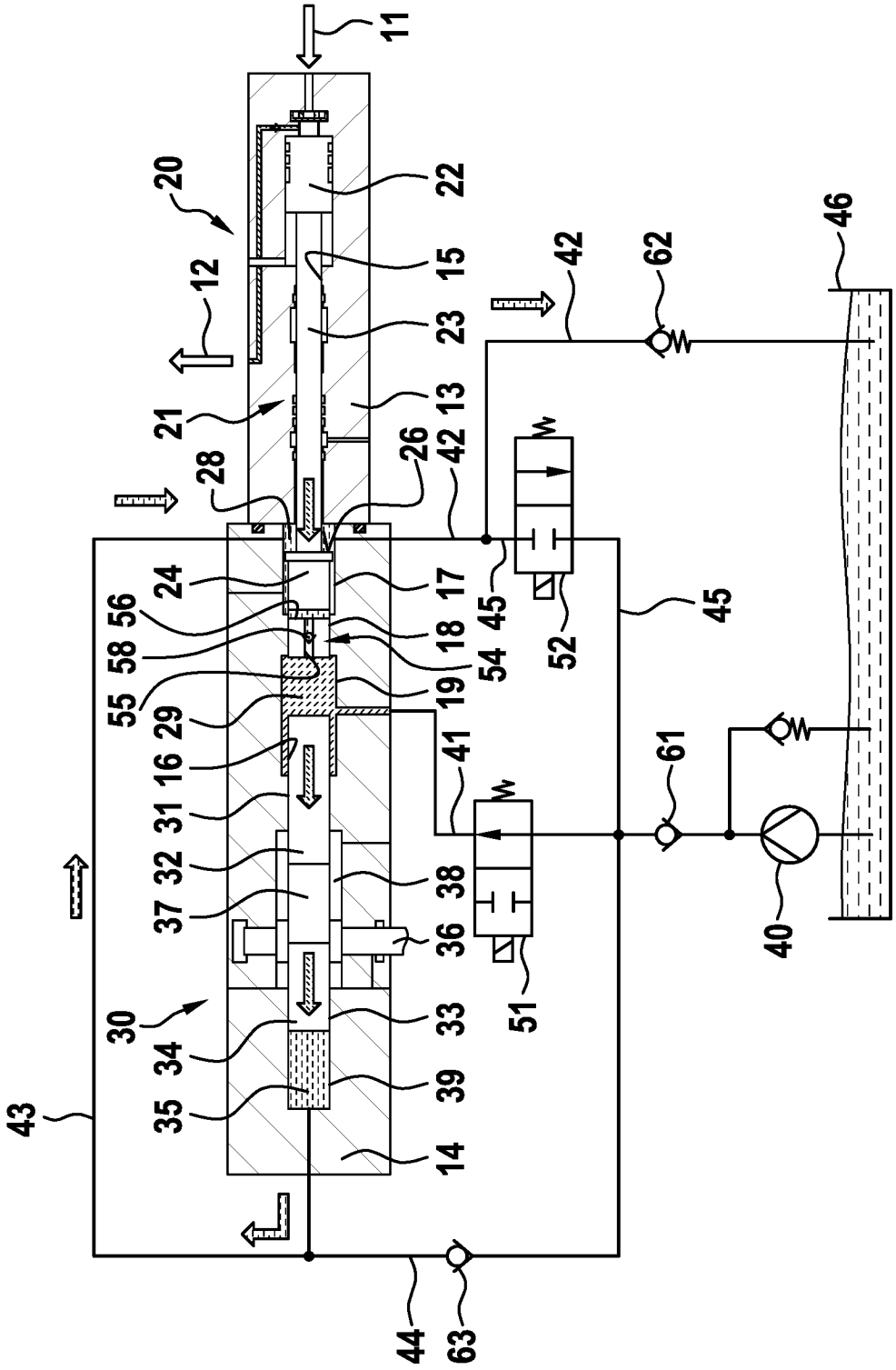

11
20
22
12
15
23
21
13
28
26
42
24
17
56
58
18
55
54
19
29
41
16
31
32
38
37
36
30
33
34
39
35
14
43
44
63
45
52
51
61
40
46
62

Fig. 11

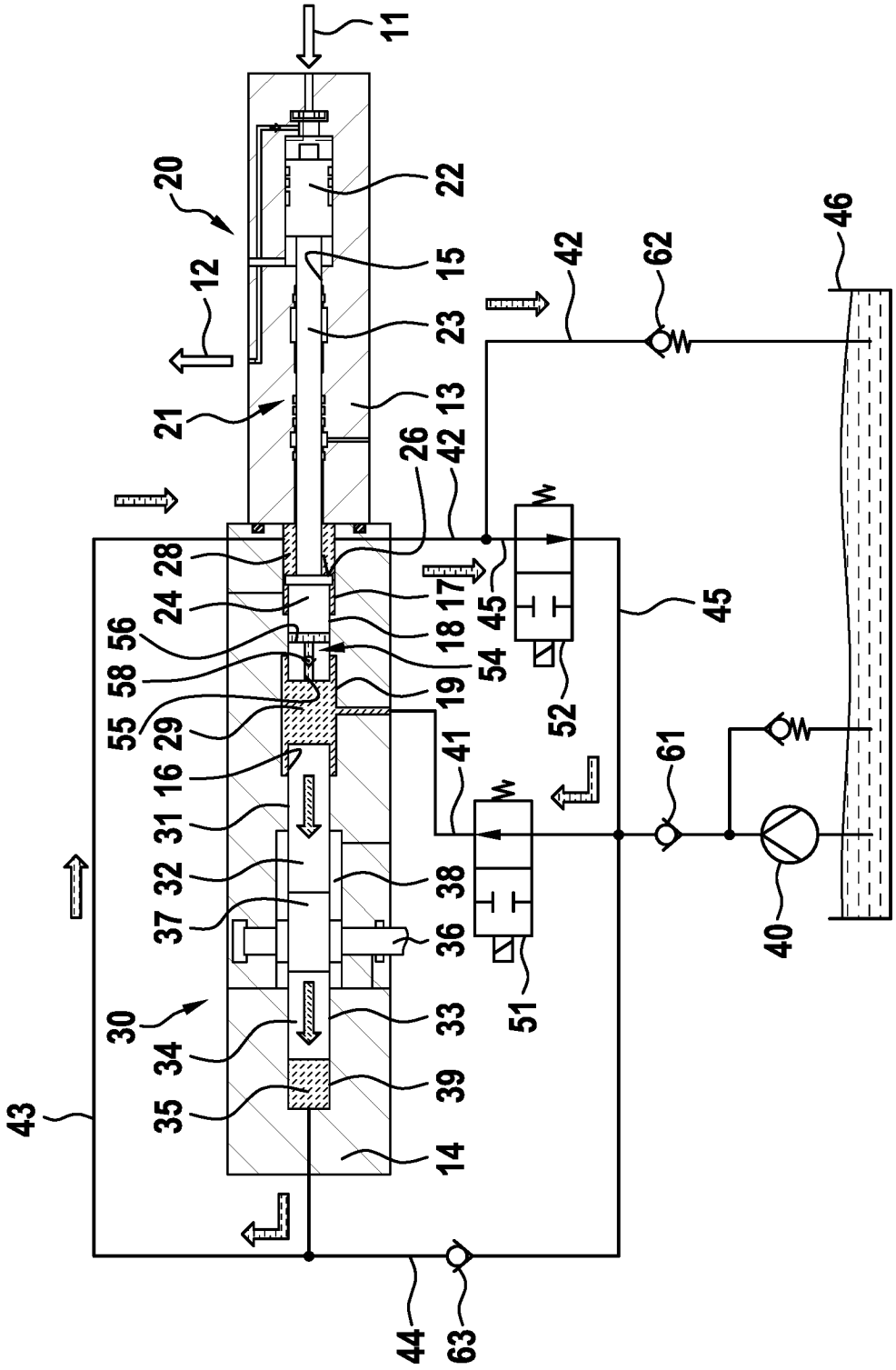

11
20
22
12
15
23
21
13
26
42
28
24
17
56
18
58
54
55
19
29
16
41
31
32
38
37
36
30
33
34
39
35
14
43
44
63
45
52
51
61
40
62
46

Fig. 12