

(19)



(11)

EP 3 542 060 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.11.2020 Patentblatt 2020/47

(51) Int Cl.:
F04B 15/02 (2006.01) **F04B 9/117** (2006.01)
F04B 49/00 (2006.01) **E04G 21/04** (2006.01)
F15B 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17816475.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/079962

(22) Anmeldetag: **21.11.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/091747 (24.05.2018 Gazette 2018/21)

(54) DICKSTOFFPUMPE MIT EINSTELLBARER BEGRENZUNG DES FÖRDERDRUCKS

VISCOUS MATERIAL PUMP WITH ADJUSTABLE LIMITATION OF THE DELIVERY PRESSURE
 POMPE À SUBSTANCES ÉPAISSES PRÉSENTANT UNE LIMITATION RÉGULABLE DE LA
 PRESSION DE REFOULEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder:
 • **LEHMANN, Andreas**
47441 Moers (DE)
 • **WIEDERMANN, Anke**
44265 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **21.11.2016 DE 102016122392**

(74) Vertreter: **Schneiders & Behrendt PartmbB**
Rechtsanwälte - Patentanwälte
Huestraße 23
44787 Bochum (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.09.2019 Patentblatt 2019/39

(73) Patentinhaber: **Schwing GmbH**
44653 Herne (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 709 504 DE-A1- 10 040 737
DE-A1- 19 503 986 DE-A1-102012 216 242

EP 3 542 060 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dickstoffpumpe umfassend eine hydraulisch angetriebene Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe zur Erzeugung eines Dickstoffförderdrucks, und eine Hydraulikpumpe, welche die Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe über eine Antriebsleitung mit Hydraulikfluid beaufschlagt, wobei der Dickstoffförderdruck einstellbar begrenzt ist.

[0002] Eine solche Dickstoffpumpe ist beispielsweise aus DE 195 03 986 A1 bekannt.

[0003] Solche Dickstoffpumpen werden beispielsweise zur Förderung von Beton aus einem Aufgabetrichter in eine Förderleitung verwendet. Der Dickstoffförderdruck in der Förderleitung kann bei stationären Dickstoffpumpen weit über 200 bar betragen. Die verwendeten Förderleitungen müssen für einen solchen Dickstoffförderdruck ausgelegt sein.

[0004] Die DE 37 09 504 A1 betrifft eine Ventileinrichtung für die Steuerung der Druckmittelwege zwischen einer Druckmittelquelle, einem Verbraucher und einem Tank, mit einem Wegeventil, einer stromauf des Wegeventils angeordneten Druckwaage, die von der Differenz zwischen dem Druck stromauf des Wegeventils und dem Lastdruck betätigbar ist, und mit einem an die Lastdruckleitung angeschlossenen Druckbegrenzungsventil zur Begrenzung des die Druckwaage beaufschlagenden Lastdruckes, um den Druck stromauf des Wegeventils auf einen vorbestimmten Wert zu begrenzen, wobei der Auslösedruck des Druckbegrenzungsventils fernverstellbar ist.

[0005] Die DE 100 40 737 A1 offenbart eine Ventilanzordnung zur Versorgung eines hydraulischen Verbrauchers mit Druckmittel, das von einer Verstellpumpe aus einem Tank ansaugbar ist, mit einem Vorspannventil, dessen über eine Vorspannfeder gegen einen Ventilsitz vorgespannter Staukörper bei Erreichen eines zur Verstellung der Verstellpumpe erforderlichen Mindestdruckes die Verbindung zum Verbraucher aufsteuert, und mit einem Druckbegrenzungsventil zur Begrenzung des maximalen Verbraucherdruckes, wobei dem Druckbegrenzungsventil eine Pilotventilanzordnung zur Veränderung des über das Druckbegrenzungsventil einstellbaren maximalen Verbraucherdruckes zugeordnet ist.

[0006] Beim Bau hoher Bauwerke, wie zum Beispiel Hochhäusern oder Brückenpylonen, werden die Förderleitungen senkrecht an dem Gebäude nach oben verlegt und können Höhen von bis zu 500 m oder mehr überbrücken. Am oberen Ende der Förderleitungen wird oftmals ein Betonverteilmast angeschlossen, um den am Gebäude nach oben geförderten Beton auf der obersten Ebene der Baustelle zu verteilen. Ein derartiger Betonverteilmast umfasst in der Regel einen Knickmast mit dem der Beton verteilt wird. Aus Gewichtsgründen weist der Knickmast in der Regel Förderrohre auf, die auf eine Belastung durch einen Dickstoffförderdruck von etwa 85 bar begrenzt sind. Kommt es in den Förderleitungen oder Förderrohren des Verteilmastes durch Verstopfungen

zu einem Stillstand kann sich, insbesondere wenn der Betonverteilmast in geringerer Höhe an die Förderleitung angeschlossen ist, ein kritischer Dickstoffförderdruck einstellen, der die Förderleitung oder die schwächeren Förderrohre des Verteilmastes zum Bersten bringt. Für diesen Anwendungsfall ist eine einfache und sichere einstellbare Begrenzung des Dickstoffförderdrucks erforderlich.

[0007] Auch bei anderen Anwendungsfällen ist zur Absicherung von an die Dickstoffpumpe angeschlossenem Equipment, wie z.B. Betonförderschläuchen, die einstellbare Begrenzung des Dickstoffförderdrucks sinnvoll.

[0008] In jedem Fall ist der Dickstoffförderdruck der Dickstoffpumpe an die Situation auf der Baustelle anzupassen, sodass sich in den an die Dickstoffpumpe angeschlossenen Förderrohren oder -leitungen kein kritischer Dickstoffförderdruck aufbauen kann, der die Rohre oder Leitungen zum Bersten bringen kann.

[0009] Um eine Begrenzung des Dickstoffförderdrucks vorzusehen, weisen heute verwendete Dickstoffpumpen eine voreingestellte Druckregelung des hydraulischen Antriebes der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe auf, die in der Regel vor der ersten Inbetriebnahme werkseitig fest eingestellt wird und nur schwer zugänglich ist. Das Verhältnis vom Dickstoffförderdruck zum Hydraulikdruck bei einer Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe ist prinzipiell einfach über das Verhältnis der Kolbenflächen der Hydraulikzylinder und der Dickstoff-Förderzylinder zueinander ableitbar. Steigt der Hydraulikdruck über einen fest vorgegebenen Sollwert wird durch die Druckregelung die Förderleistung der Hydraulikpumpe automatisch zurückgenommen, um den Hydraulikdruck, und damit auch den Dickstoffförderdruck zu begrenzen. Diese Art der Druckregelung wird auch als Druckabschneidung bezeichnet.

[0010] Um die Dickstoffpumpe gegen Fehler in der voreingestellten Druckregelung abzusichern, ist zudem im Stand der Technik ein einstellbares Druckbegrenzungsventil vorgesehen, das den Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung auf einen maximalen Wert begrenzt. Wenn aber der eingestellte Maximaldruck niedriger eingestellt ist als der Solldruck der Druckregelung führt dies dazu, dass die voreingestellte Druckregelung außer Kraft gesetzt wird, so dass die Förderleistung der Hydraulikpumpe nicht mehr automatisch zurückgenommen wird. Hierdurch entstehen unnötige Verluste und das Hydraulikfluid wird erhitzt.

[0011] Wird hingegen nur die Druckregelung der Hydraulikpumpe verändert, wird ein Fehler in dieser Regelung unter Umständen nicht durch das Druckbegrenzungsventil, das den Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung auf einen maximalen Wert begrenzt, früh genug abgefangen, was zu einer Herabsetzung der Betriebssicherheit der Dickstoffpumpe mit den an diese angeschlossenen Förderleitungen und -rohren führt.

[0012] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Dickstoffpumpe bereitzustellen. Insbesondere sollen der Solldruck der Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids einfach

und sicher an die individuellen Gegebenheiten auf der jeweiligen Baustelle anpassbar sein.

[0013] Diese Aufgabe löst die Erfindung ausgehend von einer Dickstoffpumpe der eingangs genannten Art dadurch, dass die mindestens eine Hydraulikpumpe zur Begrenzung des Dickstoffförderdrucks eine auf einen Solldruck des Hydraulikfluids einstellbare Druckregelung aufweist und der Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung über ein einstellbares Druckbegrenzungsventil auf einen einstellbaren Maximaldruck begrenzt ist, wobei der Solldruck der Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids durch ein gemeinsames Stellelement einstellbar sind.

[0014] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile ergeben sich daraus, dass der Solldruck der Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids durch ein gemeinsames Stellelement einfach und fehlerunanfällig einstellbar sind. Die auf diese Weise einfach einstellbare Druckregelung vereinfacht die Begrenzung des Dickstoffförderdrucks durch die einstellbare geregelte Hydraulikpumpe. Um weiterhin ein hohes Maß an Sicherheit zu gewährleisten, wird der Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung über ein einstellbares Druckbegrenzungsventil automatisch auf einen zu dem Sollwert der Druckregelung passenden Maximalwert begrenzt.

[0015] Die oben erwähnten Nachteile des Standes der Technik werden dadurch behoben.

[0016] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Stellelement ausgelegt ist, den Solldruck der Druckregelung und den Maximaldruck des Hydraulikfluids in der Weise gleichlaufend einzustellen, dass der Maximaldruck stets um einen vorgegebenen Differenzdruck oberhalb des Solldrucks liegt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Einstellungen über das gemeinsame Stellelement zu keiner Veränderung der Sicherheitsvorkehrungen und Effizienz der Dickstoffpumpe führen.

[0018] Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass das Stellelement ein auf den Solldruck des Hydraulikfluids einstellbares erstes Vorsteuerventil aufweist, das eingangsseitig mit einem Stellschieber der Druckregelung der Hydraulikpumpe verbunden ist und ausgangseitig in ein Hydraulikreservoir entlastet ist, wobei das erste Vorsteuerventil ab Erreichen des Solldrucks öffnet. Mit diesem ersten Vorsteuerventil ist eine einfache, aber sichere Möglichkeit gegeben den Druck des Hydraulikfluids bei dem Solldruck abzuschneiden.

[0019] Besonders vorteilhaft ist die Weiterbildung, dass das Stellelement ein zweites Vorsteuerventil aufweist, das eingangsseitig mit einer Hauptstufe des Druckbegrenzungsventils und ausgangseitig mit der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils verbunden ist, wobei das zweite Vorsteuerventil ab dem vorgegebenen Differenzdruck zwischen Eingangs- und Ausgangsseite öffnet. Dieses zweite Vorsteuerventil stellt

somit sicher, dass der durch das Druckbegrenzungsventil vorgegebene Maximaldruck in der Antriebsleitung automatisch immer um den Differenzdruck oberhalb des Solldrucks der Druckabschneidung liegt, d.h. der Maximaldruck wird automatisch mit der Einstellung des Solldrucks korrekt auf einen dazu passenden Maximaldruck eingestellt. Damit kommt es zuverlässig nicht zu unerwünschten Wechselwirkungen zwischen der Druckregelung der Hydraulikpumpe und der Druckentlastung durch das Druckbegrenzungsventils. Gleichzeitig ist die Sicherheit stets gewährleistet, da die Hauptstufe des Druckbegrenzungsventils öffnet, wenn der Druck in der Antriebsleitung den Sollwert überschreitet und einen um den geeignet gewählten Differenzdruck oberhalb des Solldrucks liegenden Druckwert erreicht. Der vorgegebene Differenzdruck zwischen Eingangs- und Ausgangsseite des zweiten Vorsteuerventils beträgt optimalerweise etwa 20 bar, da hierdurch eine ausreichende Betriebssicherheit der Dickstoffpumpe gewährleistet ist.

[0020] Weiter vorteilhaft ist die Ausgestaltung, dass das zweite Vorsteuerventil nicht einstellbar ist. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass die Einstellmöglichkeiten über das Stellelement nicht durch manuelle Einstellungen am zweiten Vorsteuerventil zu einer eingeschränkten Betriebssicherheit der Dickstoffpumpe führen.

[0021] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das erste Vorsteuerventil über ein Handrad einstellbar ist. Die Einstellmöglichkeit des ersten Vorsteuerventils über ein Handrad macht die Anpassung der Dickstoffpumpe an die Gegebenheiten auf der jeweiligen Baustelle für den individuellen Einsatzzweck besonders einfach und sicher.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Handrad feststellbar und / oder abschließbar ist. Eine Feststellmöglichkeit des Handrades verhindert ungewollte Veränderungen der Einstellungen an dem ersten Vorsteuerventil und damit an dem Stellelement. Die Abschließmöglichkeit des Handrades stellt zudem sicher, dass Veränderungen an der Stellung des Handrades nur durch befugtes Personal erfolgen.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist, dass das Stellelement ein zu dem ersten Vorsteuerventil parallel geschaltetes, nicht einstellbares drittes Vorsteuerventil aufweist, das ab Erreichen eines maximal zulässigen Drucks öffnet. Ein zu dem ersten Vorsteuerventil parallel geschaltetes drittes Vorsteuerventil, welches bei einem maximal zulässigen Druck öffnet und die Druckregelung in ein Hydraulikreservoir entlastet, bietet eine zusätzliche Absicherung bei Störungen oder zu hoher Einstellung des einstellbaren ersten Vorsteuerventils.

[0024] Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass dem ersten Vorsteuerventil ein Umschaltventil vorgeschaltet ist, in der Weise, dass das dritte Vorsteuerventil zu der Anordnung aus erstem Vorsteuerventil und Umschaltventil parallel geschaltet ist, wobei das Umschalt-

ventil die Verbindung der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils mit dem Stellschieber der Druckregelung wahlweise herstellt oder trennt. Ein solches Umschaltventil ermöglicht die einfache Verstellung des Solldruckes der Druckregelung zwischen dem am ersten Vorsteuerventil eingestellten Solldruck und dem maximal zulässigen Druck der Druckregelung, der durch das dritte Vorsteuerventil vorgegeben ist. Hierdurch kann die Begrenzung des Dickstoffförderdrucks an der Dickstoffpumpe auf den maximal zulässigen Druck sehr schnell angepasst werden, ohne dass eine Änderung am ersten einstellbaren Vorsteuerventil nötig ist.

[0025] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Umschaltventil rastend und / oder abschließbar ist. Eine Einrastmöglichkeit des Umschaltventils verhindert unbeabsichtigte Stellungsänderungen an dem Umschaltventil und damit an dem Stellement. Die Abschließmöglichkeit des Umschaltventils stellt zudem sicher, dass Veränderungen an der Stellung des Umschaltventils nur durch befugtes Personal erfolgen.

[0026] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnungen. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den folgenden Zeichnungen rein schematisch dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen

- Figur 1: Dickstoffpumpe nach dem Stand der Technik
 Figur 2: erfindungsgemäße Dickstoffpumpe,
 Figur 3: erfindungsgemäße Dickstoffpumpe mit Umschaltventil,
 Figur 4: erfindungsgemäßes Stellelement,
 Figur 5: Variante der Dickstoffpumpe mit fernsteuerbarem Vorsteuerventil.

[0027] Die Darstellung gemäß Figur 1 zeigt schematisch und ausschnittsweise eine Dickstoffpumpe 1 mit einer hydraulisch angetriebenen Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 zur Erzeugung eines Dickstoffförderdrucks gemäß dem Stand der Technik. Die beiden Hydraulikzylinder sind schematisch angedeutet und über Verbindungsleitungen und eine Umschaltsteuerung 12, hier beispielsweise ein elektrohydraulisch vorgesteuertes 4/3-Wegeventil, mit einer Antriebsleitung 8 verbunden, über welche die Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 von einer Hydraulikpumpe 3, beispielsweise eine Axialkolben-Verstellpumpe, mit Hydraulikfluid beaufschlagt wird. Über die Umschaltsteuerung 12 erfolgt eine abwechselnde Beaufschlagung der beiden Hydraulikzylinder der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe. An den oberen Enden der schematisch angedeuteten Kolbenstangen der Hydraulikzylinder, die

nach oben aus den Hydraulikzylindern herausragen, sind nicht dargestellte Förderkolben angeordnet, die in Förderzylindern von den Hydraulikzylindern hin und her geschoben werden und somit den Dickstoffförderdruck erzeugen.

[0028] Die in den Figuren mit durchgängigen Linien dargestellten Hydraulikleitungen sind sogenannte Arbeitsleitungen, die für hohe Hydraulikfluidströme ausgelegt sind, während die mit unterbrochenen Linien dargestellten Hydraulikleitungen Steuer- oder Messleitungen darstellen die für kleinere Hydraulikfluidströme ausgelegt sind.

[0029] An der Antriebsleitung 8, zwischen der Umschaltsteuerung 12 und der Hydraulikpumpe 3, ist ein Manometer 19 angekoppelt, an dem der momentane Druck des Hydraulikfluids ablesbar ist.

[0030] Der Dickstoffförderdruck kann über das Verhältnis der wirksamen Kolbenflächen der Hydraulikzylinder und der Dickstoff-Förderzylinder zueinander abgeleitet werden.

[0031] Die Einstellung des maximalen Sollwertes der Druckregelung der Hydraulikpumpe wird mittels eines an der Hydraulikpumpe 3 angeordneten Stellschiebers 4 manuell eingestellt. Sobald der Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung 8 diesen Sollwert erreicht, wird die Pumpleistung der Hydraulikpumpe 3 automatisch verringert, so dass bei Erreichen dieses Grenzwertes keine Verluste im Hydrauliksystem entstehen. Dieser Sollwert wird in der Regel bei der ersten Inbetriebnahme an der Hydraulikpumpe werksseitig fest voreingestellt und sollte in der Regel nicht verändert werden.

[0032] Falls die Druckbegrenzung an der Hydraulikpumpe 3, z.B. durch einen klemmenden Stellschieber 4, nicht anspricht, ist zur Sicherheit noch eine Druckbegrenzungseinheit 5a an die Arbeitsleitung 8 angeschlossen. Diese Druckbegrenzungseinheit 5a umfasst die Hauptstufe des Druckbegrenzungsventils 15, mit einem nachgeschalteten Vorsteuerventil 18. Der Hydraulikdruck der Antriebsleitung 8 wird durch den mit einer Düse ausgestatteten Durchlasskanal 17 durch die Hauptstufe 15 durch eine weitere Dämpfungsdüse 20 zu dem Vorsteuerventil 18 durchgeleitet. Bei Erreichen eines Grenzdruckes, der etwas höher als der Sollwert des an der Hydraulikpumpe 3 eingestellten Sollwertes liegen sollte, öffnet das Vorsteuerventil 18 und damit auch die Hauptstufe 15 der Druckbegrenzungseinheit 5a, so dass die Antriebsleitung 8 direkt mit dem Hydraulikreservoir 14 verbunden wird und damit der von der Hydraulikpumpe 3 aufgebaute Druck abgebaut wird. Weil das Öffnen der Druckbegrenzungseinheit 5a aber eine hohe Verlustleistung verursacht, sollte dieses nur beim Versagen der Druckreglung über die Hydraulikpumpe 3 geschehen. Aus diesem Grund ist der Grenzdruck der Druckbegrenzungseinheit 15 auch immer etwas höher, beispielsweise 20 bar, als der Sollwert an der Hydraulikpumpe 3 einzustellen.

[0033] Falls eine Verringerung des maximal zulässigen Dickstoffförderdruckes notwendig ist, wenn beispielsweise Förderleitungen an die Zwei-Zylinder-Kol-

benpumpe 1 angeschlossen sind, die nur geringere Förderdrücke vertragen, müssten deshalb beide Grenzwerte manuell getrennt verstellt werden, was aber in der Praxis nur mit sehr hohem Aufwand möglich ist.

[0034] Die Darstellung gemäß Figur 2 zeigt schematisch und ausschnittsweise eine Dickstoffpumpe 1 mit einer hydraulisch angetriebenen Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 zur Erzeugung eines Dickstoffförderdrucks gemäß der Erfindung. Die Funktionsweise entspricht weitestgehend der in Figur 1 dargestellten Pumpe 1, weshalb im Folgenden nur auf die erfindungsgemäße Einstellung des Dickstoffförderdruckes eingegangen wird.

[0035] Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein sogenanntes offenes Hydrauliksystem eingesetzt bei dem die Hydraulikpumpe 3 das Hydraulikfluid immer in die gleiche Richtung pumpt und das Hydraulikfluid aus einem Hydraulikreservoir (Tank) 14 ansaugt. Die Erfindung ist aber beispielsweise auch auf bekannte geschlossene Hydrauliksysteme anwendbar, bei der die Umschaltung der Pumprichtung der Hydraulikzylinder der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 erfolgt, indem die Pumprichtung der Hydraulikpumpe 3 über eine Umschaltsteuerung umgekehrt wird.

[0036] Um die hohen Volumenströme in Verbindung mit den hohen Pumpdrücken des Hydraulikfluids umzusetzen, werden auch oftmals zwei parallel geschaltete Hydraulikpumpen 3 eingesetzt, was aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht dargestellt ist.

[0037] Der durch die Dickstoffpumpe 1 erzeugte Dickstoffförderdruck lässt sich einstellbar begrenzen. Hierzu weist die Dickstoffpumpe 1 ein Stellelement 6 auf, über das der Solldruck einer Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung 8 gemeinsam einstellbar sind. Über die Druckregelung kann die Hydraulikpumpe 3 zur Abschneidung des Dickstoffförderdrucks geregelt werden, indem ein Solldruck des Hydraulikfluids in der Druckregelung eingestellt wird. Hierzu ist das Stellelement 6 über den Anschluss X mit dem Steuerschieber 4 der Druckregelung an der Hydraulikpumpe 3 verbunden. Der durch die Hydraulikpumpe 3 in der Antriebsleitung 8 erzeugte Druck des Hydraulikfluids wird auf einen durch das Druckbegrenzungsventil 5 einstellbaren Maximaldruck begrenzt. Hierzu ist das Stellelement 6 über den Anschluss X1 mit der Hauptstufe 15 des Druckbegrenzungsventils 5 verbunden. Das Stellelement 6 ist derart ausgelegt, dass der Solldruck der Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung 8 gleichlaufend eingestellt werden können. Auf diese Weise liegt der Maximaldruck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung 8 stets um einen vorgegebenen Differenzdruck oberhalb des Solldrucks der Druckregelung. Das Stellelement 6 weist ein auf den Solldruck des Hydraulikfluids einstellbares erstes Vorsteuerventil 9 auf, welches eingangsseitig mit dem Steuerschieber 4 der Druckregelung der Hydraulikpumpe 3 verbunden ist und ausgangsseitig in ein Hydraulikreservoir 14 entlastet ist. Das erste Vorsteuerventil 9 öffnet automatisch bei Erreichen des eingestellten Solldrucks

in der Druckregelung und stellt auf diese Weise sehr einfach sicher, dass der eingestellte Solldruck eingehalten wird. Bei dem Ausführungsbeispiel kann der Solldruck in der Druckregelung zwischen 0 und 315 bar über das erste Vorsteuerventil 9 eingestellt werden. Ein zweites Vorsteuerventil 7 des Stellelementes 6 ist eingangsseitig mit der Hauptstufe 15 des Druckbegrenzungsventils 5 und ausgangsseitig mit der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils 9 verbunden. Dieses zweite Vorsteuerventil 7 hat die Eigenschaft den Staudruck von der Abgangsseite direkt auf den über die Stellfeder eingestellten Einstellwert aufzuaddieren und öffnet ab einem vorgegebenen Differenzdruck zwischen Eingangs- und Ausgangsseite und stellt somit die zu dem eingestellten Sollwert passende Begrenzung des Drucks in der Antriebsleitung 8 über das Druckbegrenzungsventil 5 sicher. Als vorgegebener Differenzdruck sind bei dem Ausführungsbeispiel 20 bar angegeben. Aus Gründen der Betriebssicherheit ist das hier einstellbar dargestellte zweite Vorsteuerventil 7 vorzugsweise werksseitig fest voreingestellt, d.h. die vorgegebene Druckdifferenz, bei der das Vorsteuerventil 7 schaltet, lässt sich nicht verändern. Auf diese Weise wirkt das zweite Vorsteuerventil 7 auf die Hauptstufe 15 des Druckbegrenzungsventils 5 zur Absicherung in der Weise, dass das Druckbegrenzungsventil 5 die Antriebsleitung 8 druckentlastet, sobald der Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung 8 einen Wert überschreitet, der um die voreingestellte Druckdifferenz oberhalb des am ersten Vorsteuerventil 9 eingestellten Sollwertes der Druckregelung der Hydraulikpumpe 3 liegt. Das Stellelement 6 weist weiter ein optionales, zu dem ersten Vorsteuerventil 9 parallel geschaltetes, nicht einstellbares drittes Vorsteuerventil 10 auf, welches bei Erreichen eines maximal zulässigen Druckes in das Hydraulikreservoir 14 entlastet. Der hier erreichbare maximal zulässige Druck ist im Ausführungsbeispiel mit 320 bar angegeben. Dieser maximal zulässige Systemdruck wird vom Werk voreingestellt. Dieses dritte Vorsteuerventil 10 stellt sicher, dass es bei Fehlern an dem ersten Vorsteuerventil 9 nicht zu einer Überlastung des gesamten Systems der Dickstoffpumpe kommt. Auf diese Weise wirken das erste Vorsteuerventil 9 und das dritte Vorsteuerventil 10 direkt auf den Steuerschieber 4 für die Druckabscheidung des Hydraulikpumpenreglers. Durch die Parallelschaltung mit dem ersten Vorsteuerventil 9 ist die Absicherung durch das dritte Vorsteuerventil 10 dauerhaft gewährleistet.

[0038] Die Düsen 20 dienen dem Zweck, das Durchflussvolumen des Hydraulikfluids, bei gleichzeitigem Durchleiten des Hydraulikdruckes, zu begrenzen, so dass die Vorsteuerventile 7, 9, 10 und der Stellschieber 4 nur gedämpft angesprochen werden.

[0039] Die Figur 3 zeigt schematisch und ausschnittsweise eine Dickstoffpumpe 1 gemäß Figur 1, wobei hier das Stellelement 6 ein zusätzliches Umschaltventil 11 aufweist. Das Umschaltventil 11 ist dem ersten Vorsteuerventil 9 vorgeschaltet, in der Weise, dass das dritte Vorsteuerventil 10 zu der Anordnung aus erstem Vor-

steuerventil 9 und Umschaltventil 11 parallel geschaltet ist, wobei das Umschaltventil 11 die Verbindung der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils 9 mit dem Stellschieber 4 der Druckregelung wahlweise herstellt oder trennt. Hierdurch ermöglicht das Umschaltventil 11 die einfache Verstellung des Solldruckes der Druckregelung zwischen dem am ersten Vorsteuerventil 9 eingestellten Solldruck und dem maximal zulässigen Systemdruck am dritten Vorsteuerventil 10. Auf diese Weise kann die Begrenzung des Dickstoffförderdrucks sehr schnell angepasst werden, ohne dass Einstellungsänderungen am ersten einstellbaren Vorsteuerventil 9 nötig sind. Vorzugsweise ist das Umschaltventil 11 als Kugelhahn ausgebildet. Das Stellelement 6 kann somit auch einfach wieder über das Umschaltventil 11 auf den niedrigeren, eingestellten Druck zurückgestellt werden. In Figur 4 ist eine konstruktive Realisierung des Stellelementes 6 gemäß Figur 2 schematisch von außen gezeigt. Das Stellelement 6 ist als Sonderblock ausgebildet und an einer durch den Benutzer gut erreichbaren Stelle der Dickstoffpumpe 1 (Fig. 1 oder 2) positionierbar. Wie zu erkennen ist, lässt sich das erste Vorsteuerventil 9 über ein Handrad 13 einstellen. Zudem ist das Handrad 13 feststellbar und abschließbar ausgebildet. Auf diese Weise lässt sich der Einstellwert am ersten Vorsteuerventil 9 sichern. Auch das gezeigte Umschaltventil 11 lässt sich einfach handhaben und ist rastend sowie abschließbar ausgebildet. Das Stellelement 6 verfügt zudem über Messanschlüsse 16 mit denen sich Informationen zu den Druckverhältnissen im Stellelement 6 abgreifen lassen.

[0040] Die Einstellung des Sollwertes der Druckbegrenzung der Hydraulikpumpe 3 kann der Bediener der Maschine am Vorsteuerventil 9 in Verbindung mit dem Manometer 19 vornehmen. Dazu wird die Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 blockiert, indem beispielsweise die Umschaltsteuerung 12 in die Mittel-(Sperr-)stellung und die Hydraulikpumpe 3 auf volle Leistung gestellt wird. Auf dem Manometer 19 wird dann der am Vorsteuerventil 9 eingestellte Druck angezeigt, weil die Leistung der Hydraulikpumpe 3, wie weiter oben beschrieben, automatisch auf diesen Druck begrenzt wird. Bei einem Fehler am Stellschieber 4 an der Hydraulikpumpe 3 führt ein Systemdruck der um 20 bar über den eingestellten Sollwert liegt, immer noch dazu, dass die Antriebsleitung 8 über das Druckbegrenzungsventil 5 entlastet wird.

[0041] Über ein entsprechendes Umrechnungsdiagramm kann der Bediener somit einfach den Hydraulikdruck so einstellen, dass der maximale Dickstoffförderdruck nicht überschritten werden kann.

[0042] Das hier als bauliche Einheit dargestellte Stellelement 6 kann beispielsweise auch in einen Hydrauliksteuerblock für die Dickstoffpumpe integriert sein, solange eine einfache Einstellbarkeit und / oder Zugänglichkeit des Vorsteuerventils 9 gegeben ist. Das Vorsteuerventil 9, aber auch das Umschaltventil 11, könnten beispielsweise auch elektrisch ferngesteuert einstellbar sein. Weiterhin ist eine räumlich getrennte Anordnung der Ventile des Stellelementes 6 denkbar.

[0043] Eine Variante der Erfindung, bei der das Vorsteuerventil 9 elektrisch ferngesteuert einstellbar ist, ist in Figur 5 dargestellt. Das Vorsteuerventil 9 ist hier als elektrisch gesteuertes Proportional-Druckbegrenzungsventil ausgeführt und wird von einer Steuerelektronik 23 angesteuert. Die Steuerelektronik 23 misst mittels des Drucksensors 21 den Hydraulik-Antriebsdruck der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 und leitet daraus den Dickstoffförderdruck über das Verhältnis der wirksamen Kolbenflächen der Hydraulikzylinder und der Dickstoff-Förderzylinder zueinander ab.

[0044] Mittels einer Bedieneinheit 22, die mit einer Tastatur und einem Bildschirm, wie dargestellt, oder beispielsweise auch mit einem Touchscreen ausgestattet ist, gibt der Bediener hier nur noch den gewünschten maximalen Förderdruck der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 vor. Die Steuerelektronik 23 bestimmt aus dem vom Drucksensor 21 gemessenen Hydraulikdruck und dem vom Bediener vorgegebenen maximalen Dickstoffförderdruck, wie weiter oben schon beschrieben, bei blockierter Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 die richtige Einstellung des Vorsteuerventils 9 und stellt es über die Steuerleitung entsprechend ein. Anhand einer vorgegebenen, systemseitig abgespeicherten Ventilkennlinie, kann die Steuerelektronik 23 beispielsweise auch ohne die Blockierung der Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe 2 das Vorsteuerventil 9 einstellen. Mit Hilfe des Drucksensors 21 kann die Einstellung kontrolliert und gegebenenfalls nachgeregelt werden.

[0045] Mit dem in Figur 5 dargestellten Umschaltventil 11 kann bei Bedarf die voreingestellte ferngesteuerte Reduzierung des Grenzdrucks der Druckabschneidung einfach außer Kraft gesetzt werden. D.h. durch Betätigung des Umschaltventils 11 wird wieder der über das dritte Vorsteuerventil 10 vorgegebene maximale Systemdruck für die Druckabschneidung eingestellt, der in dem hier dargestellten Beispiel 20 bar unter dem Grenzdruck der vom Vorsteuerventil 7 und dem Druckbegrenzungsventil 5 definierten Grenzdruck liegt.

Bezuaszeichenliste

[0046]

- | | |
|----|---|
| 1 | Dickstoffpumpe |
| 2 | Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe |
| 3 | Hydraulikpumpe |
| 4 | Stellschieber |
| 5 | Druckbegrenzungsventil (Erfindung), 5a Druckbegrenzungseinheit (St.d.T) |
| 6 | Stellelement |
| 7 | zweites Vorsteuerventil |
| 8 | Antriebsleitung |
| 9 | erstes Vorsteuerventil |
| 10 | drittes Vorsteuerventil |
| 11 | Umschaltventil |
| 12 | Umschaltsteuerung (4/3 Wegeventil) |
| 13 | Handrad |

- 14 Hydraulikreservoir
- 15 Hauptstufe
- 16 Messanschluss
- 17 Durchlasskanal
- 18 Vorsteuerventil (St.d.T.)
- 19 Manometer
- 20 Düsen
- 21 Drucksensor
- 22 Bedieneinheit
- 23 Steuerelektronik

Patentansprüche

1. Dickstoffpumpe (1) umfassend mindestens eine hydraulisch angetriebene Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe (2) zur Erzeugung eines Dickstoffförderdrucks, und eine Hydraulikpumpe (3), welche die Zwei-Zylinder-Kolbenpumpe (2) über eine Antriebsleitung (8) mit Hydraulikfluid beaufschlagt, wobei der Dickstoffförderdruck einstellbar begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Hydraulikpumpe (3) zur Begrenzung des Dickstoffförderdrucks eine auf einen Solldruck des Hydraulikfluids einstellbare Druckregelung aufweist und
- der Druck des Hydraulikfluids in der Antriebsleitung (8) über ein einstellbares Druckbegrenzungsventil (5) auf einen einstellbaren Maximaldruck begrenzt ist,

wobei der Solldruck der Druckregelung und der Maximaldruck des Hydraulikfluids durch ein gemeinsames Stellelement (6) einstellbar sind.

2. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (6) ausgelegt ist, den Solldruck der Druckregelung und den Maximaldruck des Hydraulikfluids in der Weise gleichlaufend einzustellen, dass der Maximaldruck stets um einen vorgegebenen Differenzdruck oberhalb des Solldrucks liegt.
3. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (6) ein auf den Solldruck des Hydraulikfluids einstellbares erstes Vorsteuerventil (9) aufweist, das eingangsseitig mit einem Stellschieber (4) der Druckregelung der Hydraulikpumpe (3) verbunden ist und ausgangsseitig in ein Hydraulikreservoir (14) entlastet ist, wobei das erste Vorsteuerventil (9) ab Erreichen des Solldrucks öffnet.
4. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (6) ein zweites Vorsteuerventil (7) aufweist, das eingangsseitig mit der Hauptstufe (15) des Druckbegrenzungsven-

tils (5) und ausgangsseitig mit der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils (9) verbunden ist, wobei das zweite Vorsteuerventil (7) ab dem vorgegebenen Differenzdruck zwischen Eingangs- und Ausgangsseite öffnet.

5. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Vorsteuerventil (7) nicht einstellbar ist.
6. Dickstoffpumpe (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Vorsteuerventil (9) über ein Handrad (13) einstellbar ist.
7. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handrad (13) feststellbar und / oder abschließbar ist.
8. Dickstoffpumpe (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (6) ein zu dem ersten Vorsteuerventil (9) parallel geschaltetes, nicht einstellbares drittes Vorsteuerventil (10) aufweist, das ab Erreichen eines maximal zulässigen Drucks öffnet.
9. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem ersten Vorsteuerventil (9) ein Umschaltventil (11) vorgeschaltet ist, in der Weise, dass das dritte Vorsteuerventil (10) zu der Anordnung aus erstem Vorsteuerventil (9) und Umschaltventil (11) parallel geschaltet ist, wobei das Umschaltventil (11) die Verbindung der Eingangsseite des ersten Vorsteuerventils (9) mit dem Stellschieber (4) der Druckregelung wahlweise herstellt oder trennt.
10. Dickstoffpumpe (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umschaltventil (11) rasend und / oder abschließbar ist.

Claims

1. High-density solids pump (1), comprising at least one hydraulically driven two-cylinder reciprocating pump (2) for generating a high-density solids delivery pressure, and a hydraulic pump (3) which supplies hydraulic fluid to the two-cylinder reciprocating pump (2) via a drive line (8), wherein the high-density solids delivery pressure is adjustably limited, **characterised in that**
- the hydraulic pump (3) has pressure regulation that can be adjusted to a target pressure of the hydraulic fluid in order to limit the high-density solids delivery pressure, and
 - the pressure of the hydraulic fluid in the drive line (8) is limited to an adjustable maximum pres-

sure by means of an adjustable pressure-limiting valve (5), wherein the target pressure for the pressure regulation and the maximum pressure of the hydraulic fluid can be adjusted by a common actuating element (6).

2. High-density solids pump (1) according to claim 1, **characterised in that** the actuating element (6) is designed to adjust the target pressure for the pressure regulation and the maximum pressure of the hydraulic fluid in parallel, such that the maximum pressure is always above the target pressure by a predetermined differential pressure.
3. High-density solids pump (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the actuating element (6) comprises a first pilot valve (9) which can be adjusted to the target pressure of the hydraulic fluid and which is connected to an actuating slide (4) for the pressure regulation of the hydraulic pump (3) on the input side and is discharged into a hydraulic reservoir (14) on the output side, wherein the first pilot valve (9) opens once the target pressure is reached.
4. High-density solids pump (1) according to claim 3, **characterised in that** the actuating element (6) comprises a second pilot valve (7) that is connected to the main stage (15) of the pressure-limiting valve (5) on the input side and to the input side of the first pilot valve (9) on the output side, wherein the second pilot valve (7) opens once the predetermined differential pressure between the input side and output side is reached.
5. High-density solids pump (1) according to claim 4, **characterised in that** the second pilot valve (7) is not adjustable.
6. High-density solids pump (1) according to any of claims 3 to 5, **characterised in that** the first pilot valve (9) is adjustable by means of a handwheel (13).
7. High-density solids pump (1) according to claim 6, **characterised in that** the handwheel (13) can be fixed in position and/or locked.
8. High-density solids pump (1) according to any of claims 3 to 7, **characterised in that** the actuating element (6) comprises a non-adjustable third pilot valve (10) that is connected in parallel with the first pilot valve (9) and opens once a maximum permissible pressure is reached.
9. High-density solids pump (1) according to claim 8, **characterised in that** a switch valve (11) is connected upstream of the first pilot valve (9) such that the third pilot valve (10) is connected in parallel with the assembly of the first pilot valve (9) and the switch

valve (11), wherein the switch valve (11) selectively establishes or disconnects the connection of the input side of the first pilot valve (9) to the actuating slide (4) of the pressure regulation.

10. High-density solids pump (1) according to claim 9, **characterised in that** the switch valve (11) can be latched in position and/or locked.

Revendications

1. Pompe à matières épaisses (1) comprenant au moins une pompe à pistons à deux cylindres (2) entraînée de manière hydraulique servant à générer une pression de refoulement de matières épaisses et une pompe hydraulique (3), laquelle soumet la pompe à pistons à deux cylindres (2) par l'intermédiaire d'un conduit d'entraînement (8) à l'action de fluide hydraulique, dans laquelle la pression de refoulement de matières épaisses est limitée de manière réglable, **caractérisée en ce que**
 - la pompe hydraulique (3) servant à limiter la pression de refoulement de matières épaisses présente une régulation de pression pouvant être réglée sur une pression de consigne du fluide hydraulique, et
 - la pression du fluide hydraulique est limitée à une pression maximale pouvant être réglée dans le conduit d'entraînement (8) par l'intermédiaire d'une soupape de limitation de pression (5) pouvant être réglée,

dans laquelle la pression de consigne de la régulation de pression et la pression maximale du fluide hydraulique peuvent être réglées par un élément de réglage (6) commun.
2. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'élément de réglage (6) est configuré pour régler de manière synchrone la pression de consigne de la régulation de pression et la pression maximale du fluide hydraulique de manière à ce que la pression maximale soit systématiquement supérieure à la pression de consigne d'une pression différentielle spécifiée.
3. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'élément de réglage (6) présente une première soupape de précommande (9) pouvant être réglée sur la pression de consigne du fluide hydraulique, qui est reliée côté entrée à un coulisseau de réglage (4) de la régulation de pression de la pompe hydraulique (3) et est déchargée côté sortie dans un réservoir hydraulique (14), dans laquelle la première soupape de pré-com-

mande (9) s'ouvre une fois la pression de consigne atteinte.

4. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'élément de réglage (6) présente une deuxième soupape de pré-commande (7), qui est reliée côté entrée à l'étage principal (15) de la soupape de limitation de pression (5) et côté sortie au côté d'entrée de la première soupape de pré-commande (9), dans laquelle la deuxième soupape de pré-commande (7) s'ouvre à partir de la pression différentielle spécifiée entre le côté d'entrée et le côté de sortie. 5
10
5. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape de pré-commande (7) ne peut pas être réglée. 15
6. Pompe à matières solides (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** la première soupape de pré-commande (9) peut être réglée par l'intermédiaire d'une molette (13). 20
7. Pompe à matières solides (1) selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la molette (13) peut être immobilisée et/ou verrouillée. 25
8. Pompe à matières solides (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** l'élément de réglage (6) présente une troisième soupape de pré-commande (10) branchée en parallèle par rapport à la première soupape de pré-commande (9), ne pouvant pas être réglée, qui s'ouvre une fois une pression maximale admissible atteinte. 30
35
9. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** une soupape de commutation (11) est branchée en amont de la première soupape de pré-commande (9) de manière à ce que la troisième soupape de pré-commande (10) soit branchée en parallèle par rapport à l'ensemble composé de la première soupape de pré-commande (9) et de la soupape de commutation (11), dans laquelle la soupape de commutation (11) établit ou coupe au choix la liaison du côté d'entrée de la première soupape de pré-commande (9) au coulisseau de réglage (4) de la régulation de pression. 40
45
10. Pompe à matières épaisses (1) selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** la soupape de commutation (11) a une action d'enclenchement et/ou peut être verrouillée. 50

55

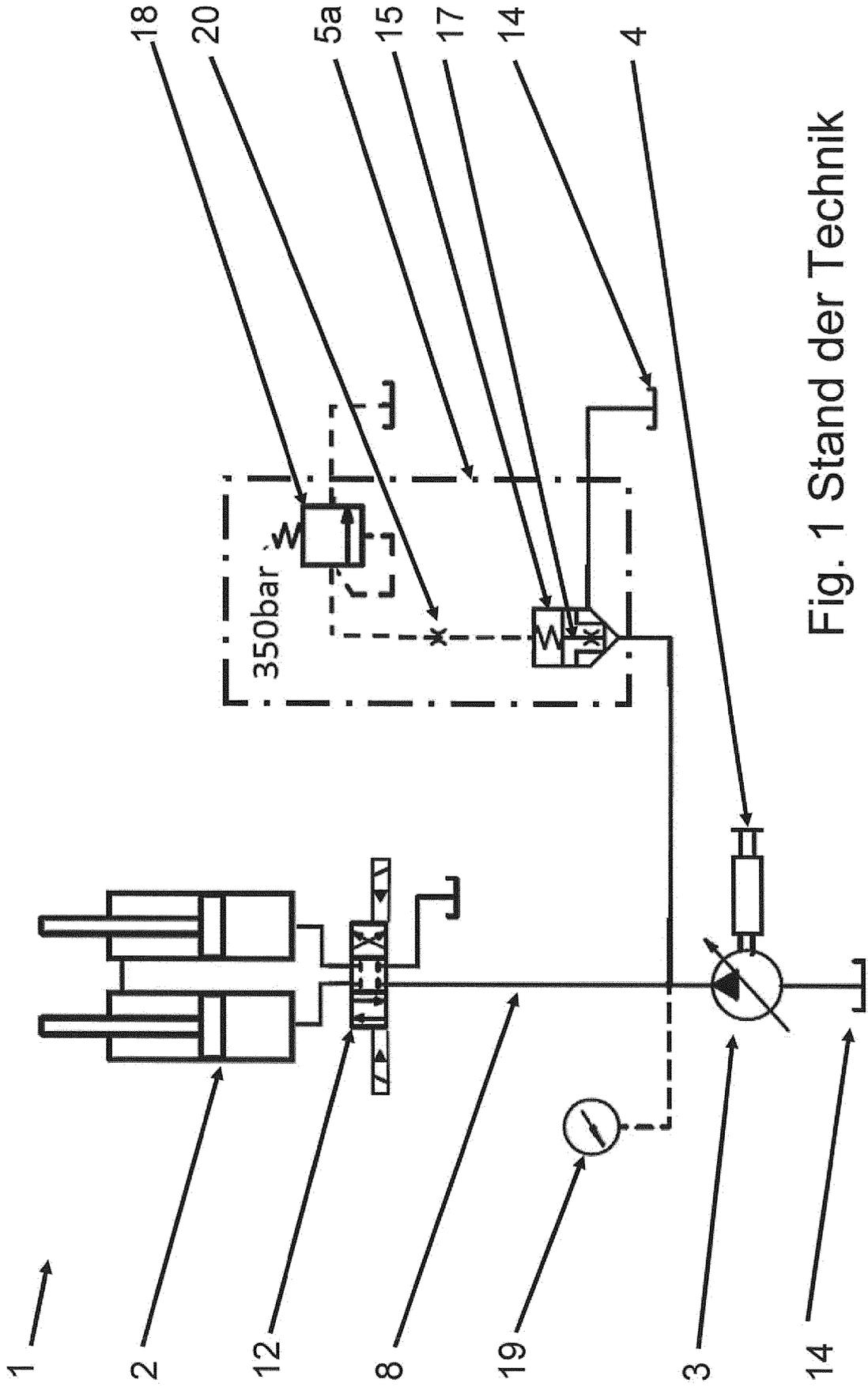


Fig. 1 Stand der Technik

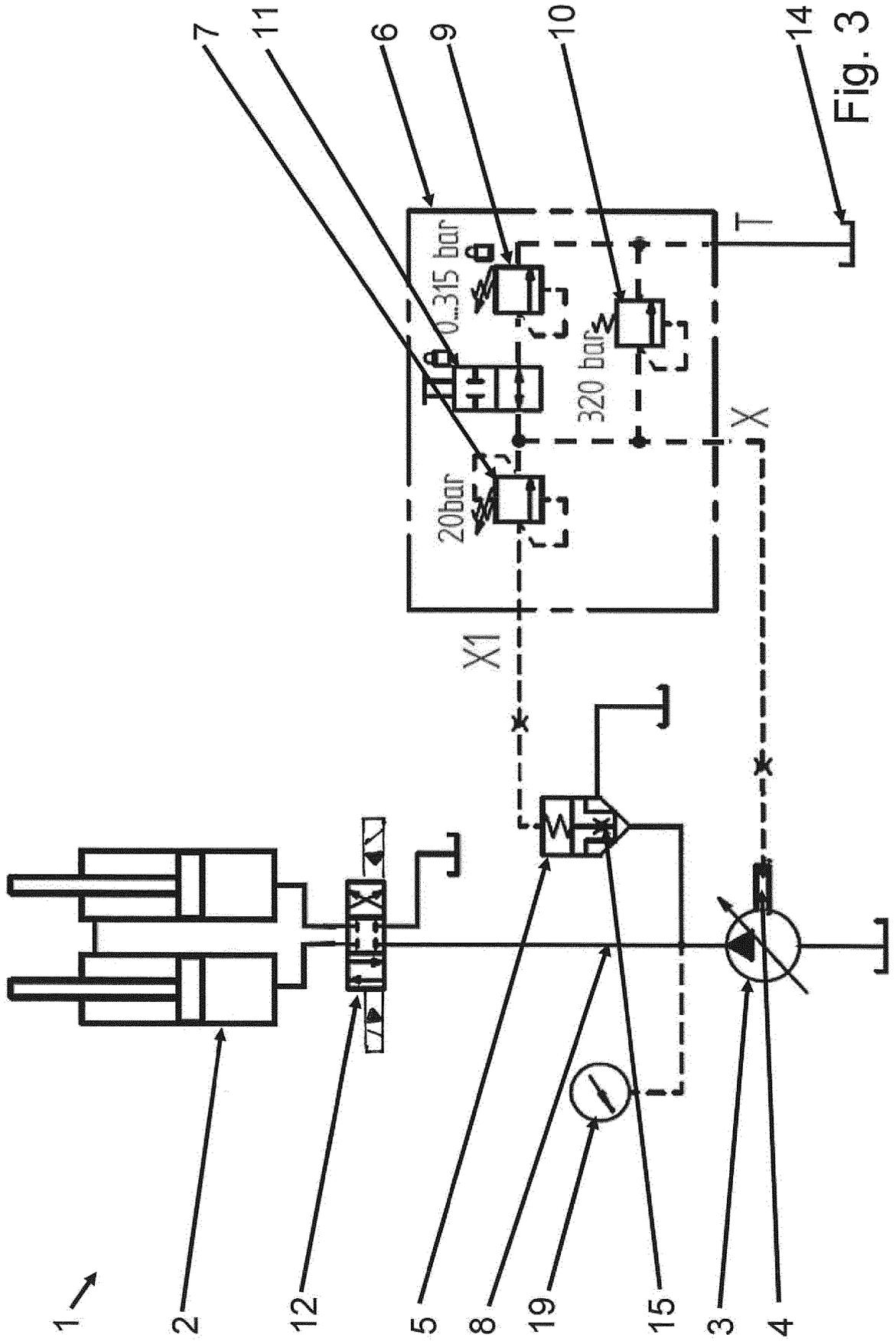


Fig. 3

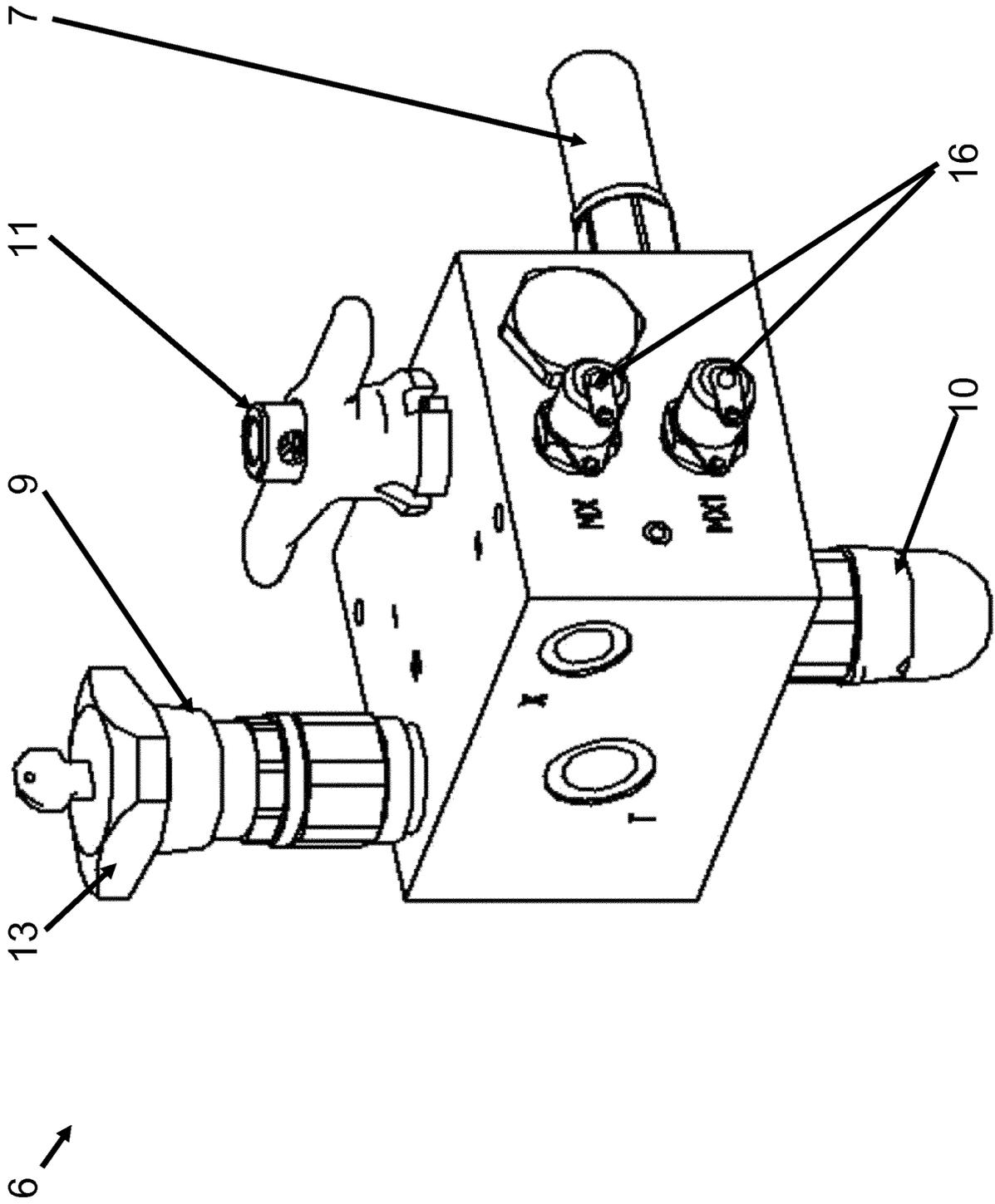


Fig. 4

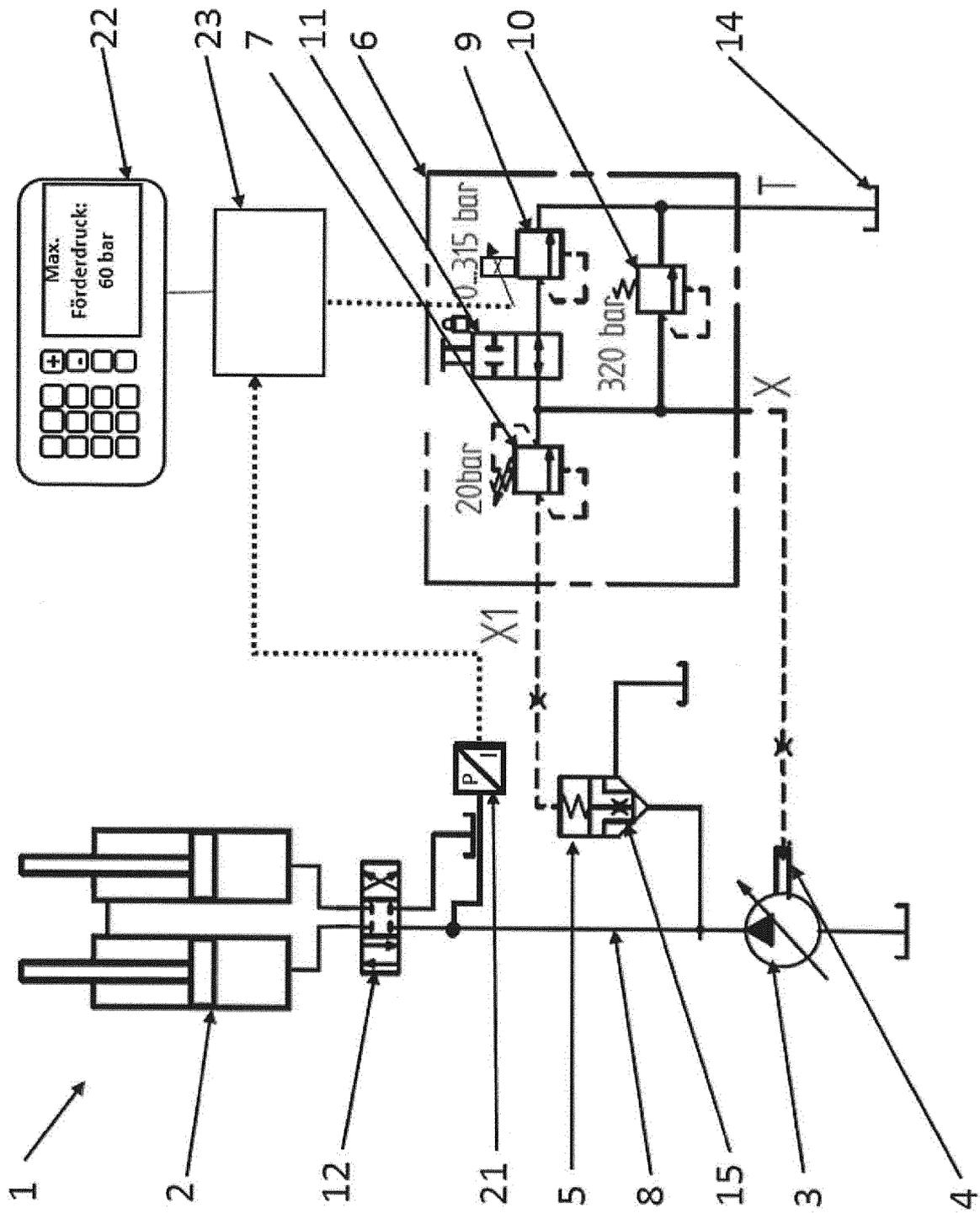


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19503986 A1 [0002]
- DE 3709504 A1 [0004]
- DE 10040737 A1 [0005]