

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. August 2020 (06.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/156932 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F15B 11/10 (2006.01) G05B 11/01 (2006.01)
F15B 21/08 (2006.01) G05B 19/46 (2006.01)
B21B 31/32 (2006.01) G05D 16/20 (2006.01)
B21B 37/62 (2006.01) G05D 3/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/051692

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2020 (23.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 201 043.1
28. Januar 2019 (28.01.2019) DE

(71) Anmelder: SMS GROUP GMBH [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder: ZIELENBACH, Michael; Ählstraße 22, 57074 Siegen (DE). SOHLER, Jörn; Hofwiesenstraße 25, 57223 Kreuztal (DE). HORN, Peter; Nassauische Straße 14, 57271 Hilchenbach (DE). SCHMIDT, Martin; Winterbachstraße 20, 57271 Hilchenbach (DE).

(74) Anwalt: KLÜPPEL, Walter; Hammerstr.2, 57072 Siegen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: CONTROLLING HYDRAULIC ACTUATING CYLINDERS IN ROLL STANDS

(54) Bezeichnung: STEUERUNG HYDRAULISCHER STELLZYLINDER IN WALZGERÜSTEN

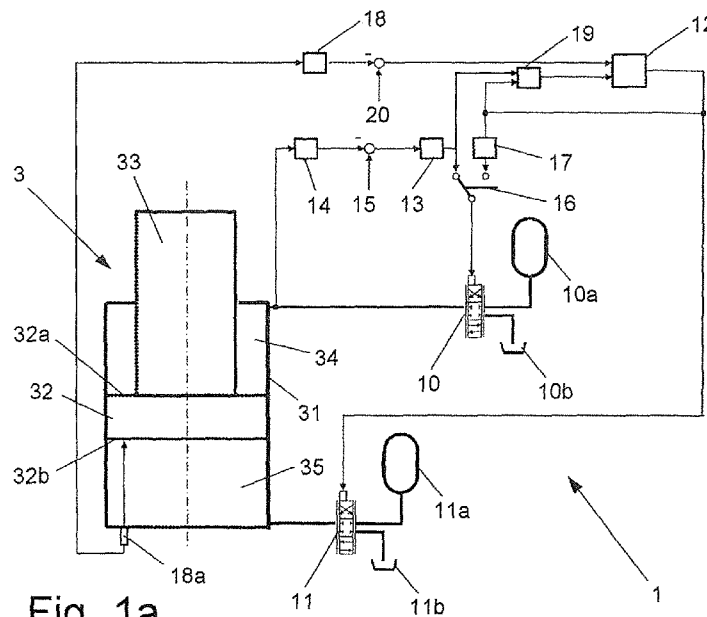


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a hydraulic feedback control loop (1) and method for controlling a hydraulic actuating cylinder (3), in particular an adjustment cylinder for a working roll in a roll stand, which cylinder comprises a cylindrical housing (31) and a piston (32) slidably arranged therein which divides the housing interior into a first hydraulic chamber (34) and a second hydraulic chamber (35). The feedback control loop (1) comprises: at least one first hydraulic valve (10) which is designed to apply a hydraulic fluid to the first hydraulic chamber (34), wherein the hydraulic pressure of the first hydraulic chamber (34) can be adjusted by actuating the first hydraulic valve (10); at least one second hydraulic valve (11) which is designed to apply a hydraulic fluid to the second hydraulic chamber (35), wherein the hydraulic pressure of the second hydraulic chamber (35) can be adjusted by actuating the second hydraulic



WO 2020/156932 A1

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

valve (11); a feedback control device (12-20) which is provided and designed for actuating the two hydraulic valves (10, 11) in order to actuate, in a position control state, the second hydraulic valve (11) by means of a position control signal dependent on the working position of the piston (32) and to actuate, in said position control state, the first hydraulic valve (10) by means of an adapted position control signal, which is a signal generated on the basis of the position control signal.

(57) Zusammenfassung: Hydraulischer Regelkreis (1) sowie Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders (3), insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst, der ein zylindrisches Gehäuse (31) und einen darin verschiebbar angeordneten Kolben (32) aufweist, der das Gehäuseinnere in eine erste Hydraulikkammer (34) und eine zweite Hydraulikkammer (35) unterteilt, wobei der Regelkreis (1) aufweist: zumindest ein erstes Hydraulikventil (10), das eingerichtet ist, um die erste Hydraulikkammer (34) mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen, wobei der Hydraulikdruck der ersten Hydraulikkammer (34) über eine Ansteuerung des ersten Hydraulikventils (10) einstellbar ist; zumindest ein zweites Hydraulikventil (11), das eingerichtet ist, um die zweite Hydraulikkammer (35) mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen, wobei der Hydraulikdruck der zweiten Hydraulikkammer (35) über eine Ansteuerung des zweiten Hydraulikventils (11) einstellbar ist; eine Regeleinrichtung (12-20), die zur Ansteuerung der beiden Hydraulikventile (10, 11) vorgesehen und eingerichtet ist, um in einem Positionsregelzustand das zweite Hydraulikventil (11) mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens (32) abhängigen Positionsregelsignal anzusteuern und das erste Hydraulikventil (10) mit einem angepassten Positionsregelsignal, das ein auf der Basis des Positionsregelsignals erzeugtes Signal ist, anzusteuern.

Steuerung hydraulischer Stellzylinder in Walzgerüsten

Technisches Gebiet

5

Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Regelkreis sowie ein Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders, insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst, vorzugsweise Stauchgerüst.

10 Hintergrund der Erfindung

Es ist bekannt, den Walzenspalt zwischen zwei Arbeitswalzen mit Hilfe von hydraulischen Stellzylindern einzustellen. Zu diesem Zweck werden die endseitigen Lagerungen einer oder mehrerer Arbeitswalzen von den Stellzylindern
15 verfahrbar gehalten. Insbesondere im Fall von Stauchgerüsten können die Stellzylinder einen vergleichsweise langen Hub aufweisen. Die Betätigung der Stellzylinder kann hierbei über eine sogenannte „2-Kantensteuerung“ oder „4-Kantensteuerung“ erfolgen.

20 Bei der 2-Kantensteuerung erfolgen der Zufluss der Hydraulikflüssigkeit in die kolbenseitige Zylinderkammer sowie der Abfluss aus dieser heraus durch ein oder mehrere Stetigventile, während die stangenseitige Zylinderkammer auf einem konstanten Druck gehalten wird. Das Stetigventil dient hierbei als Stellglied für eine Positions- oder Druckregelung des Stellzylinders. Dabei ist nur ein Ausgang
25 des Stetigventils mit dem Stellzylinder verbunden. Der andere Ausgang des Stetigventils wird nicht benutzt. Zur Einstellung des konstanten Drucks in der stangenseitigen Zylinderkammer kann ebenfalls ein Stetigventil in Verbindung mit einem Druckregler eingesetzt werden. Die mit dem konstanten Druck beaufschlagte stangenseitige Kolbenfläche wird üblicherweise klein gehalten
30 (beispielsweise etwa 15 % der gegenüberliegenden Kolbenfläche), da die aus

dieser Fläche und dem konstanten Druck resultierende Kraft der kolbenseitigen Kraft entgegenwirkt.

Bei der 4-Kantensteuerung werden ein Ausgang eines Stetigventils mit der Kammer auf einer Zylinderseite des Stellzylinders und ein anderer Ausgang des Stetigventils mit der Kammer auf der anderen Zylinderseite verbunden. Diese Art der Ansteuerung ist insbesondere für Stellzylinder mit zwei gleich großen Kolbenflächen anwendbar, etwa für Anstellzylinder von Stauchern mit zwei Kolbenstangen identischer Durchmesser.

10

Ein kritischer Betriebszustand von Stellzylindern tritt bei plötzlichen Belastungsänderungen, beispielsweise Änderungen der Walzkraft unmittelbar bei dem Anstich, auf. Dabei wird der Stellzylinder zusammengedrückt, was zu Dickenfehlern am Walzgut führen kann. Das Problem nimmt aufgrund der Kompressibilität der Hydraulikflüssigkeit mit steigender Hydraulikflüssigkeitssäule auf derjenigen Zylinderseite zu, die durch den Anstich komprimiert wird. Eine stoßseitige Belastung führt somit zu einem kurzzeitigen Nachgeben des Stellzylinders. Im Fall der 2-Kantensteuerung hat die stangenseitige Kolbenfläche keinen großen Einfluss auf das Zusammendrücken, da sie im Vergleich zur gegenüberliegenden Kolbenseite klein ist und der Druck auf diese konstant ist. Bei der 4-Kantensteuerung agieren beide Kolbenseiten gegen den Anstich. Dadurch kann die mit zunehmender Hydraulikflüssigkeitssäule steigende Nachgiebigkeit der einen Seite durch die abnehmende Nachgiebigkeit der anderen Seite zumindest teilweise kompensiert werden. Nachteilig bei dieser Hydraulikschaltung ist jedoch, dass sich die Zylinderkraft, die zum Einstellen der Sollposition erforderlich ist, aus zwei veränderlichen Drücken und den zugehörigen Kolbenflächen ergibt. Zur Einstellung einer bestimmten Kraft gibt es daher theoretisch unendlich viele Kombinationen für die beiden Zylinderdrücke. Die sich letztlich einstellende Druckkombination hängt unter anderem von den Leckagen der Ventile ab und ist somit kaum definierbar. Aus diesem Grund kann es vorkommen, dass der stangenseitige Druck auf die Kolbenfläche bis auf 0 bar

15

20

25

30

absinkt, wodurch die Gegenwirkung bzw. Federwirkung beim Anstich auf der Stangenseite verschwindet. Dies wiederum kann zu problematischen Unterdrücken und Kavitationserscheinungen führen.

5 Die EP 1 033 498 B1 befasst sich mit dem oben dargelegten Problem einer ungewollten Verschiebung des Kolbens bei einer stoßartigen, äußeren Belastung auf den Kolben. Darin wird vorgeschlagen, den Kolben vor einer solchen Belastung unter einem Hydraulikdruck, der von der aktuellen Arbeitsstellung des Kolbens abhängt, zu arretieren. Der Hydraulikdruck ist hierbei so zu wählen, dass
10 er von der Anschlagstellung des Kolbens auf der bei der äußeren Kraft entlasteten Kolbenseite bis zur gegenüberliegenden Anschlagstellung über den Stellweg hinweg abnimmt.

Nachdem der Hydraulikdruck auf diese Weise gewählt und eingestellt ist, wird die
15 Position des Kolbens als ausreichend stabil angenommen. Nach der hydraulischen Arretierung erfolgt keine weitere Druck- oder Positionsregelung des Stellzylinders. Dies hat zur Folge, dass Änderungen im Verhalten des Regelkreises, beispielsweise der Einfluss eines etwaigen Ventilverschleißes auf die Stabilität des Regelkreises unter Belastung, unberücksichtigt bleiben.

20

Darstellung der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen verbesserten hydraulischen
25 Regelkreis sowie ein verbessertes Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders, insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst, anzugeben, insbesondere die Stabilität des Kolbens des Stellzylinders bei einer plötzlichen Belastungsänderung und/oder die Zuverlässigkeit der Regelung zu verbessern.

30

Gelöst wird die Aufgabe mit einem Regelkreis mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Weiterbildungen folgen aus den Unteransprüchen, der folgenden Darstellung der Erfindung sowie der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

5

Der erfindungsgemäße hydraulische Regelkreis dient der Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders, insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst. Besonders bevorzugt handelt es sich um einen Anstellzylinder in einem Stauchgerüst, da diese vergleichsweise große Hübe zu realisieren haben und das technische Problem der Stabilisierung des Kolbens gegen äußere Kräfte mit zunehmender Länge des Stellzylinders relevanter wird.

10

Der Stellzylinder weist wie üblich ein zylindrisches Gehäuse und einen darin verschiebbar angeordneten Kolben auf, der das Gehäuseinnere in eine erste Hydraulikkammer und eine zweite Hydraulikkammer unterteilt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Bezeichnungen „erste“ und „zweite“ hierin keine Ordnung oder Reihenfolge implizieren, sondern lediglich der sprachlichen Unterscheidung dienen. Im Fall eines Stellzylinders mit einer einseitig angeordneten Kolbenstange seien die erste Hydraulikkammer der stangenseitigen Hydraulikkammer und die zweite Hydraulikkammer der kolbenseitigen Hydraulikkammer zugeordnet.

15

20

Der Regelkreis gemäß der Erfindung weist zumindest ein erstes Hydraulikventil auf, das eingerichtet ist, um die erste Hydraulikkammer des Stellzylinders mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen, wobei der Hydraulikdruck der ersten Hydraulikkammer über eine Ansteuerung des ersten Hydraulikventils einstellbar, d.h. veränderlich, ist. Der Regelkreis weist ferner zumindest ein zweites Hydraulikventil auf, das eingerichtet ist, um die zweite Hydraulikkammer des Stellzylinders mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen, wobei der Hydraulikdruck der zweiten Hydraulikkammer über eine Ansteuerung des zweiten Hydraulikventils einstellbar, d.h. ebenfalls veränderlich, ist. Die zwei oder mehr Hydraulikventile zur Betätigung des Stellzylinders können jeweils durch ein

25

30

Mehrwegventil realisiert werden. Vorzugsweise sind ein oder mehrere der Hydraulikventile als Stetigventile, beispielsweise Proportionalventile, ausgeführt.

Der Regelkreis gemäß der Erfindung weist ferner eine Regeleinrichtung auf, die zur Ansteuerung der beiden Hydraulikventile vorgesehen ist. Die Regeleinrichtung ist eingerichtet, um in einem Positionsregelzustand das zweite Hydraulikventil mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängigen Positionsregelsignal anzusteuern und das erste Hydraulikventil mit einem angepassten Positionsregelsignal, das ein auf der Basis des Positionsregelsignals erzeugtes Signal ist, anzusteuern. In anderen Worten, die Regeleinrichtung kann eine als „Positionsregelzustand“ bezeichnete Betriebsart einnehmen, in der die zweite Hydraulikkammer mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängigen Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das zweite Hydraulikventil mit einem Positionsregelsignal angesteuert wird, und die erste Hydraulikkammer mit einem ebenfalls von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängigen Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das erste Hydraulikventil mit einem anderen Signal, das hierin als „angepasstes Positionsregelsignal“ bezeichnet sei, angesteuert wird. Das angepasste Positionsregelsignal wird von der Regeleinrichtung auf der Basis des Positionsregelsignals, d.h. abhängig vom Positionsregelsignal, erzeugt. Das angepasste Positionsregelsignal kann beispielsweise eine Funktion des Positionsregelsignals sein.

Indem die Hydraulikdrücke in der ersten und zweiten Hydraulikkammer auf der Basis des Positionsregelsignals, das von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängt, eingestellt werden, kann ein vollständiger Druckabfall verhindert werden. Die Federwirkungen der Hydraulikkammern auf beiden Kolbenseiten können gezielt zur Stabilisierung ausgenutzt werden. Auf diese Weise lässt sich eine stabile und zuverlässige hydraulische Arretierung des Kolbens an der aktuellen Arbeitsstellung realisieren. Da der Kolben bei einer plötzlichen Belastungsänderung kaum nachgibt, kann der Stellzylinder mit einer vergleichsweise langen Hydraulikfluidsäule betrieben werden, d.h. einen langen

Hub aufweisen, ohne dass es zu Nachteilen hinsichtlich der Walzstabilität und Qualität des Walzgutes kommt. Durch die Regelung der Hydraulikdrücke in der ersten und zweiten Hydraulikkammer auf der Basis des Positionsregelsignals kann zudem verhindert werden, dass der Druck in einer der beiden Hydraulikkammern, etwa der stangenseigen Hydraulikkammer, während des Walzens unter einen Schwellwert, d.h. unter einen bestimmten minimalen Druck, fällt, wodurch die Gefahr von Kavitation während des Walzvorganges verringert wird.

Vorzugsweise ist die Regeleinrichtung eingerichtet, um die Ansteuerung der beiden Hydraulikventile im Fall einer plötzlichen Belastung bzw. Belastungsänderung des Kolbens in dem Positionsregelzustand durchzuführen. Eine solche Belastungsänderung oder Kraftänderung tritt beispielsweise beim Anstich des Walzgerüsts auf. Insbesondere für einen solchen Fall ist der Positionsregelzustand geeignet, da eine zuverlässige Stabilisierung bzw. hydraulische Arretierung des Kolbens zu einer Verbesserung der Walzqualität führt.

Vorzugsweise weist die Regeleinrichtung einen Positionsregler, der zur Erzeugung des Positionsregelsignals eingerichtet ist, sowie eine Anpassungseinrichtung mit einer Eingabe, die das Positionsregelsignal empfängt, und einer Ausgabe, die das angepasste Positionsregelsignal ausgibt, auf. Hierbei übernimmt die Anpassungseinrichtung die Erzeugung des angepassten Positionsregelsignals. Auf diese Weise kann das angepasste Positionsregelsignal auf baulich einfache und flexibel anpassbare Weise erzeugt werden. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das angepasste Positionsregelsignal durch Invertierung des Positionsregelsignals erzeugt, wodurch eine optimale und aufeinander angepasste Federwirkung der beiden Hydraulikkammern generiert wird.

Vorzugsweise weist die Regeleinrichtung eine Verschleißanpassungseinrichtung auf, die eingerichtet ist, um das Positionsregelsignal mit einem zusätzlichen Faktor

zu bewerten. Ein solcher zusätzlicher Faktor kann zur Kompensation des Verschleißes des ersten und/oder zweiten Hydraulikventils genutzt werden. So kann beispielsweise als Maß für den Verschleiß die Ausgabe eines Leckfluidintegrierers, der eine Leckage des Hydraulikfluids überwacht oder ermittelt, herangezogen werden. Auf diese Weise lässt sich das Positionsregelsignal kontinuierlich an den Verschleiß im Regelkreis, etwa den Ventilverschleiß, anpassen, wodurch eine Abnahme der Regelungsstabilität mit zunehmendem Verschleiß unterbunden werden kann.

Vorzugsweise weist die Regeleinrichtung eine Schalteinrichtung auf, die zum Umschalten zwischen dem Positionsregelzustand und einem Druckregelzustand eingerichtet ist. Der „Druckregelzustand“ bezeichnet hierbei einen Betriebszustand des Regelkreises zur Positionierung des Kolbens, d.h. zur Änderung der Arbeitsstellung des Kolbens. Die Regeleinrichtung ist gemäß dieser besonders bevorzugten Ausführungsform so eingerichtet, dass sie im Druckregelzustand das erste Hydraulikventil so ansteuert, dass der Hydraulikdruck in der ersten Hydraulikkammer (während der Positionierung des Kolbens) im Wesentlichen konstant bleibt, während das zweite Hydraulikventil, angesteuert durch das Positionsregelsignal, als Stellglied fungiert. Auf diese Weise kann auf technisch einfache und zuverlässige Weise die Position des Kolbens, somit die Anstellung einer etwaigen damit verbundenen Arbeitswalze, geändert werden.

Der Kolben weist eine erste Zylinderfläche und eine zweite Zylinderfläche auf, wobei der Nenndurchfluss des ersten Hydraulikventils gemäß einer bevorzugten Ausführungsform um das Flächenverhältnis der ersten Zylinderfläche zur zweiten Zylinderfläche geringer ist als der Nenndurchfluss des zweiten Hydraulikventils, wodurch eine besonders harmonische Betätigung des Stellzylinders sichergestellt wird. Hierbei befindet sich die erste Zylinderfläche vorzugsweise auf der Stangenseite des Kolbens, während sich auf der gegenüberliegenden Seite des Kolbens keine Kolbenstange befindet.

Die obige Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren gelöst, zur Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders, insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst, der ein zylindrisches Gehäuse und einen darin verschiebbar angeordneten Kolben aufweist, der das Gehäuseinnere in eine erste Hydraulikkammer und eine zweite Hydraulikkammer unterteilt. Das Verfahren weist auf: Beaufschlagen der ersten Hydraulikkammer mit einem Hydraulikdruck mittels eines ersten Hydraulikventils; Beaufschlagen der zweiten Hydraulikkammer mit einem Hydraulikdruck mittels eines zweiten Hydraulikventils; wobei in einem Positionsregelzustand die zweite Hydraulikkammer mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängigen Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das zweite Hydraulikventil mit einem Positionsregelsignal angesteuert wird, und die erste Hydraulikkammer mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens abhängigen Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das erste Hydraulikventil mit einem angepassten Positionsregelsignal, das ein auf der Basis des Positionsregelsignals erzeugtes Signal ist, angesteuert wird.

Die Merkmale, technischen Wirkungen, Vorteile sowie Ausführungsbeispiele, die in Bezug auf den hydraulischen Regelkreis beschrieben wurden, gelten analog für das Verfahren.

So wird die Ansteuerung der beiden Hydraulikventile im Fall einer plötzlichen Belastung bzw. Belastungsänderung des Kolbens, etwa beim Anstich des Walzgerüsts, in dem Positionsregelzustand durchgeführt, da gerade in einem solchen Fall eine zuverlässige Stabilisierung bzw. hydraulische Arretierung des Kolbens zu einer Verbesserung der Walzqualität führt.

Vorzugsweise wird das angepasste Positionsregelsignal durch Invertierung des Positionsregelsignals erzeugt, wodurch eine optimale und aufeinander angepasste Federwirkung der beiden Hydraulikkammern generiert wird.

Vorzugsweise wird das Positionsregelsignal mit einem zusätzlichen Faktor bewertet, der etwa zur Kompensation des Verschleißes des ersten und/oder zweiten Hydraulikventils vorgesehen ist. So kann beispielsweise als Maß für den Verschleiß die Ausgabe eines Leckfluidintegrierers, der eine Leckage des Hydraulikfluids überwacht oder ermittelt, herangezogen werden. Auf diese Weise lässt sich das Positionsregelsignal kontinuierlich an den Verschleiß im Regelkreis, etwa den Ventilverschleiß, anpassen, wodurch eine Abnahme der Regelungsstabilität mit zunehmendem Verschleiß unterbunden werden kann.

Vorzugsweise weist das Verfahren ferner auf: Positionieren des Kolbens in einem Druckregelzustand, in dem das erste Hydraulikventil so angesteuert wird, dass der Hydraulikdruck in der ersten Hydraulikkammer im Wesentlichen konstant bleibt, und das zweite Hydraulikventil durch das Positionsregelsignal angesteuert wird; und Umschalten vom Druckregelzustand in den Positionsregelzustand. Auf diese Weise kann auf technisch einfache und zuverlässige Weise die Position des Kolbens, somit die Anstellung einer etwaigen damit verbundenen Arbeitswalze, geändert werden.

Vorzugsweise wird der Hydraulikdruck in der ersten und/oder zweiten Hydraulikkammer im Druckregelzustand vor dem Umschalten in den Positionsregelzustand im Wesentlichen auf den Systemdruck eingestellt. Wenn das zugehörige Hydraulikventil den hohen Druck aus einem Druckspeicher bezieht, kann dieser hierin als Systemdruck angesehen werden. Auf diese Weise kann nach der Umschaltung in den Positionsregelzustand die Federwirkung der betreffenden Hydraulikkammer(n), vorzugsweise auf der Stangenseite, maximal ausgenutzt werden.

Vorzugsweise wird im Positionsregelzustand der von der Stellung des Kolbens abhängige Hydraulikdruck in der ersten und/oder zweiten Hydraulikkammer so eingestellt, dass dieser von der Anschlagstellung des Kolbens auf der bei einer auftretenden Belastungsänderung des Kolbens entlasteten Kolbenseite bis zur

gegenüberliegenden Anschlagstellung über den Stellweg abnimmt. Auf diese Weise kann die hydraulische Verriegelung des Kolbens zum Zeitpunkt der Belastungsänderung optimiert werden.

- 5 Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ersichtlich. Die dort beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben dargelegten Merkmale realisiert werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung der bevorzugten
10 Ausführungsbeispiele erfolgt mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Figuren

- 15 Die Figuren 1a und 1b sind schematische Darstellungen eines hydraulischen Regelkreises zur Ansteuerung eines Stellzylinders, der zur Anwendung in einem Walzgerüst vorgesehen ist, gezeigt in einem Druckregelzustand (Figur 1a) und einem Positionsregelzustand (Figur 1b).
- 20 Die Figuren 2a bis 2d sind Diagramme, die den zeitlichen Verlauf ausgewählter Parameter des Regelkreises gemäß den Figuren 1a und 1b beim Auftreten einer plötzlichen Walzkraftänderung zeigen.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

25

- Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei sind gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente in den unterschiedlichen Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen, und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um
30 Redundanzen zu vermeiden.

Die Figuren 1a und 1b sind schematische Darstellungen eines hydraulischen Regelkreises 1 zur Ansteuerung eines Stellzylinders 3, der zur Anwendung in einem Walzgerüst vorgesehen ist, gezeigt in einem Druckregelzustand (Figur 1a) und einem Positionsregelzustand (Figur 1b).

5

Der Stellzylinder 3, der vorzugsweise ein Anstellzylinder für ein Stauchgerüst ist, weist ein zylindrisches Gehäuse 31 auf, in dem ein Kolben 32 verschiebbar gelagert ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Stellzylinder 3 auf einer Seite des Kolbens 32 eine Kolbenstange 33 auf, so dass der Kolben 32 das Gehäuseinnere in eine erste, d.h. stangenseitige, Hydraulikkammer 34 und eine zweite, d.h. kolbenseitigen, Hydraulikkammer 35 unterteilt. In den beiden Hydraulikkammern 34, 35 befindet sich ein Hydraulikfluid, vorzugsweise Hydrauliköl. Die Drücke in den Hydraulikkammern 34, 35 wirken entsprechend auf eine erste, d.h. stangenseitige, Zylinderfläche 32a und eine zweite, d.h. kolbenseitige, Zylinderfläche 32b.

15

Es sei darauf hingewiesen, dass der in den Figuren 1a und 1b dargestellte Stellzylinderaufbau nur beispielhaft ist. Beispielsweise ist die hierin dargelegte Regelung ebenfalls für einen Stellzylinder mit zwei Kolbenstangen, somit zwei ringförmigen Zylinderflächen anwendbar.

20

Der Regelkreis 1 weist ein erstes Hydraulikventil 10 auf, das für den Zufluss des Hydraulikfluids in die erste Hydraulikkammer 34 und Abfluss des Hydraulikfluids daraus eingerichtet ist. Zu diesem Zweck ist ein Ausgang des ersten Hydraulikventils 10 über eine Hydraulikleitung mit der ersten Hydraulikkammer 34 verbunden. Etwaige weitere Ausgänge des ersten Hydraulikventils 10 werden nicht genutzt. Das erste Hydraulikventil 10 ist vorzugsweise als Stetigventil, beispielsweise Proportionalventil, ausgebildet.

25

Analog weist der Regelkreis 1 ein zweites Hydraulikventil 11 auf, das für den Zufluss des Hydraulikfluids in die zweite Hydraulikkammer 35 und Abfluss des

30

Hydraulikfluids daraus eingerichtet ist. Zu diesem Zweck ist ein Ausgang des zweiten Hydraulikventils 11 über eine Hydraulikleitung mit der zweiten Hydraulikkammer 35 verbunden. Etwaige weitere Ausgänge des zweiten Hydraulikventils 11 werden nicht genutzt. Das zweite Hydraulikventil 11 ist
5 vorzugsweise als Stetigventil, beispielsweise Proportionalventil, ausgebildet.

Es sei darauf hingewiesen, dass kolbenseitig und/oder stangenseitig jeweils mehrere Hydraulikventile vorgesehen sein können.

10 Die Eingänge des ersten und zweiten Hydraulikventils 10, 11 sind entsprechend jeweils mit einem Druckspeicher 10a, 11a und einem Hydraulikfluidbehälter 10b, 11b über Hydraulikleitungen verbunden. Auch wenn in der Figur 1 die Druckspeicher 10a und 11a als separate Speicher gezeigt sind, werden diese vorzugsweise durch einen einzigen Druckspeicher realisiert. Gleiches gilt für die
15 Hydraulikfluidbehälter 10b, 11b. Die Druckspeicher 10a, 11a können über eine nicht dargestellte Pumpe aus den Hydraulikfluidbehältern 10b, 11b geladen werden. Je nach Stellung der Hydraulikventile 10, 11 können die erste und zweite Hydraulikkammer 34, 35 des Stellzylinders 3 mit einem unter Druck stehenden Hydraulikfluid versorgt und der Kolben 32 somit beidseitig gezielt beaufschlagt
20 werden.

Die Position des Kolbens 32 (somit die Walzenanstellung) wird über einen Positionsregler 12 eingestellt, der das zweite, d.h. kolbenseitige, Hydraulikventil 11 als Stellglied benutzt. Das vom Positionsregler 12 ausgegebene Steuersignal sei
25 als „Positionsregelsignal“ bezeichnet.

Der Positionsregler 12 empfängt als Eingabe ein Signal von einem Wegmesser 18, der über einen Wegsensor 18a die aktuelle Stellung bzw. Position des Kolbens 32 über eine Wegmessung bestimmt, wodurch die Steuerung in Abhängigkeit der
30 Arbeitsstellung des Kolbens 32 durchgeführt werden kann. Vorzugsweise ist die Sollposition über eine Sollposition-Eingabe 20 einstellbar bzw. wählbar,

beispielsweise über eine Benutzereingabe oder ein Signal, welches das Ergebnis einer automatisierten Berechnung oder Optimierung der Anlage ist. Der Hydraulikdruck in der ersten und/oder zweiten Hydraulikkammer 34, 35 kann hierbei so gewählt werden, dass er von der Anschlagstellung des Kolbens auf der
5 bei der äußeren Kraft entlasteten Kolbenseite bis zur gegenüberliegenden Anschlagstellung über den Stellweg abnimmt.

Der Positionsregler 12 kann eine weitere Eingabe empfangen, die das Positionsregelsignal mit einem zusätzlichen Faktor bewertet, der vorzugsweise zur
10 Kompensation des Verschleißes des ersten und/oder zweiten Hydraulikventils 10, 11 dient. Über diese zweite Eingabe des Positionsreglers 12 findet somit vorzugsweise eine Positionsregelverstärkung statt, die der normalen Positionsregelung eine verschleißbedingte bzw. verschleißkompensierende Verstärkung hinzufügt. Diese kann von einer Verschleißanpassungseinrichtung 19
15 bestimmt werden. Als Maß für den Verschleiß wird vorzugsweise der Ausgang eines Leckfluidintegrierers in der Positionsregelung benutzt. Auf diese Weise lässt sich das Positionsregelsignal kontinuierlich an den Ventilverschleiß anpassen, wodurch eine Abnahme der Regelungsstabilität mit zunehmendem Ventilverschleiß unterbunden werden kann.

20 Auf der Stangenseite des Stellzylinders 3 wird außerhalb des eigentlichen Walzvorganges zur Positionierung des Kolbens 32 ein konstanter Druck eingestellt. Der Ausgang des Positionsreglers 12 ist hierbei über einen Steuerweg mit dem Steuereingang des zweiten Hydraulikventils 11 verbunden. Der konstante
25 Druck auf der Stangenseite wird dadurch erreicht, dass der Steuereingang des ersten Hydraulikventils 10 mit dem Ausgang eines Druckreglers 13 verbunden ist, wie es aus der Figur 1a hervorgeht. Der Druckregler 13 empfängt als Eingabe einen Messwert des aktuellen Drucks auf der Stangenseite des Stellzylinders 3, der über einen Druckmesser 14 ermittelt wird. Vorzugsweise ist der Solldruck über
30 eine Solldruck-Eingabe 15 einstellbar bzw. wählbar, beispielsweise über eine

Benutzereingabe oder ein Signal, welches das Ergebnis einer automatisierten Berechnung oder Optimierung der Anlage ist.

5 Der Zustand des Regelkreises 1 zur Positionseinstellung des Kolbens 32, der hierin auch als „Druckregelzustand“ bezeichnet ist, ist in der Figur 1a gezeigt und wird durch entsprechendes Schalten einer Schalteinrichtung 16 eingestellt.

10 Bei einer plötzlichen Belastungsänderung, beispielsweise beim Anstich, wird die Druckregelung auf der Kolbenstangenseite durch Umschalten der Schalteinrichtung 16 abgeschaltet, und sowohl das erste als auch zweite Hydraulikventil 10, 11 werden dann vom Positionsregler 12 angesteuert. Dieser Zustand, der hierin auch als „Positionsregelzustand“ bezeichnet ist, ist in der Figur 1b gezeigt.

15 In diesem Fall ist der Ausgang des Positionsreglers 12 wie im Druckregelzustand mit dem zweiten Hydraulikventil 11 und ferner über eine Anpassungseinrichtung 17 mit dem ersten Hydraulikventil 10 verbunden. In anderen Worten, das Positionsregelsignal wird unverändert dem zweiten Hydraulikventil 11 zugeführt, während es modifiziert durch die Anpassungseinrichtung 17 dem ersten
20 Hydraulikventil 10 zugeführt wird. Die Anpassungseinrichtung 17 passt das vom Positionsregler 12 für die Kolbenseite des Stellzylinders 3 definierte und ausgegebene Steuersignal an die Stangenseite an. Dieses stangenseitig angepasste Ventilsteuersignal sei als „angepasstes Positionsregelsignal“ bezeichnet.

25 Die Anpassung erfolgt vorzugsweise derart, dass das erste Hydraulikventil 10, d.h. die Druckeinstellung auf der Stangenseite des Stellzylinders 3, das invertierte Signal, ausgegeben vom Positionsregler 12 an das zweite Hydraulikventil 11, empfängt.

30

Die beschriebene Ansteuerung der beiden Hydraulikventile 10, 11 verhindert bei einer plötzlichen Belastungsänderung auf den Kolben 32 nach dem Umschalten in den Positionsregelzustand einen vollständigen Druckabfall, wodurch die Federwirkung beider Hydraulikkammern 34, 35 zuverlässig ausgenutzt wird. Auf diese Weise lässt sich eine stabile und zuverlässige Arretierung des Kolbens 32 realisieren. Der Druck in der ersten Hydraulikkammer 34 wird hierbei vor der plötzlichen Belastungsänderung im Druckregelzustand vorzugsweise nahe dem möglichen Systemdruck eingestellt, um die bestmögliche hydraulische Arretierung herzustellen.

10

Der Druck in der stangenseitigen Hydraulikkammer 34 kann während des Walzens absinken. Durch eine entsprechende Regelung des ersten Hydraulikventils 10 mittels des Positionsreglers 12 kann sichergestellt werden, dass ein gewünschter minimaler Druck nicht unterschritten wird. Dadurch wird die Gefahr von Kavitation während des Walzvorganges verringert.

15

Da der Kolben 32 bei einer plötzlichen Belastungsänderung kaum nachgibt, kann der Stellzylinder 3 mit längeren Hydraulikfluidsäulen, d.h. längeren Hübem, betrieben werden, ohne dass es zu Nachteilen hinsichtlich Walzstabilität und Qualität des Walzgutes kommt. So lässt sich der Stellzylinder 3 insgesamt vergrößern, indem die stangenseitige Zylinderfläche 32a relativ zur kolbenseitigen Zylinderfläche 32b vergrößert wird. Beispielsweise wird aus einem Stellzylinder 3 mit einem Durchmesser Verhältnis der kolbenseitigen Zylinderfläche 32b zur stangenseitigen Zylinderfläche 32a von 1050 mm/970 mm mit einem Flächenverhältnis von ca. 1,17 ein Stellzylinder 3 mit einem Durchmesser Verhältnis von 1100 mm/800 mm mit einem Flächenverhältnis von ca. 2,0. Der Nenndurchfluss des Hydraulikventils 10 auf der Stangenseite ist vorzugsweise um das Flächenverhältnis geringer als der Nenndurchfluss des Hydraulikventils 11 auf der Kolbenseite.

25
30

Es sei darauf hingewiesen, dass die zur Verdeutlichung der Funktionsweise als separate Module dargestellten elektrischen/elektronischen Steuer- und/oder Regeleinrichtungen (Positionsregler 12, Druckregler 14, Schalteinrichtung 16, Anpassungseinrichtung 17 usw.) integriert oder auf mehrere miteinander kommunizierende Vorrichtungen aufgeteilt sein können. Diese müssen sich zudem physisch nicht am Ort des Stellzylinders 3 oder der Walzanlage befinden, sondern können beispielsweise von einer oder mehreren Recheneinrichtungen, eingebettet in ein Netzwerk wie das Internet, realisiert werden.

Der Positionsregler 12, Druckregler 13, Druckmesser 14, die Solldruck-Eingabe 15, Schalteinrichtung 16, Anpassungseinrichtung 17, der Wegmesser 18, die Verschleißanpassungseinrichtung 19 sowie die Sollposition-Eingabe 20 bilden zusammen eine beispielhafte Regeleinrichtung. Allerdings sind zur Verwirklichung der Regeleinrichtung nicht unbedingt alle dieser Module erforderlich.

15

Der Austausch der Steuer- und Messsignale kann drahtlos oder drahtgebunden erfolgen, weshalb die Bezeichnungen „verbunden“, „Steuerweg“ usw. eine kommunikative Verbindung meinen, jedoch keine physische Verbindung, wie etwa ein Kabel, erfordern.

20

Die Figuren 2a bis 2d sind Diagramme, die den zeitlichen Verlauf ausgewählter Parameter des Regelkreises 1 gemäß den Figuren 1a und 1b beim Auftreten einer plötzlichen Belastungsänderung auf den Kolben 32 zeigen.

25

So zeigt die Figur 2a beispielhaft eine äußere Kraft, die auf den Kolben 32 wirkt, als Funktion der Zeit. Der Regelkreis 1 befindet sich im Positionsregelzustand. Zu einem Zeitpunkt etwa bei 0,1 Sekunden ändert sich die Belastung auf den Kolben 32, beispielsweise durch einen Anstich. Die tatsächliche Kolbenposition weicht daraufhin gemäß der Figur 2b nur sehr wenig vom Sollwert ab und kehrt rasch an die Sollposition zurück. Die Kompensation wird durch eine Ansteuerung der beiden Hydraulikventile 10 und 11 realisiert, die aus der Figur 2c hervorgeht. Das

30

zweite Hydraulikventil 11 wird mit dem Positionsregelsignal angesteuert, während das erste Hydraulikventil 10 mit dem dazu invertierten Signal, dem angepassten Positionsregelsignal, angesteuert wird. In der Figur 2d sind die Hydraulikdrücke in den zugehörigen Hydraulikkammern 34, 35 gezeigt.

5

Soweit anwendbar können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargelegt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

10

Bezugszeichenliste

- 1 Hydraulischer Regelkreis
- 5 10 Erstes Hydraulikventil
 - 10a Druckspeicher des ersten Hydraulikventils
 - 10b Hydraulikfluidbehälter des ersten Hydraulikventils
- 11 Zweites Hydraulikventil
 - 11a Druckspeicher des zweiten Hydraulikventils
 - 10 11b Hydraulikfluidbehälter des zweiten Hydraulikventils
- 12 Positionsregler
- 13 Druckregler
- 14 Druckmesser
- 15 Solldruck-Eingabe
- 15 16 Schalteinrichtung
- 17 Anpassungseinrichtung
- 18 Wegmesser
- 18a Wegsensor
- 19 Verschleißanpassungseinrichtung
- 20 20 Sollposition-Eingabe

- 3 Stellzylinder
 - 31 Gehäuse
 - 32 Kolben
 - 25 32a Erste Zylinderfläche
 - 32b Zweite Zylinderfläche
 - 33 Kolbenstange
 - 34 Erste Hydraulikkammer
 - 35 Zweite Hydraulikkammer

30

Patentansprüche

1. Hydraulischer Regelkreis (1) zur Steuerung eines hydraulischen
5 Stellzylinders (3), insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze
in einem Walzgerüst, der ein zylindrisches Gehäuse (31) und einen darin
verschiebbar angeordneten Kolben (32) aufweist, der das Gehäuseinnere in
eine erste Hydraulikkammer (34) und eine zweite Hydraulikkammer (35)
unterteilt, wobei der Regelkreis (1) aufweist:
10 zumindest ein erstes Hydraulikventil (10), das eingerichtet ist, um die erste
Hydraulikkammer (34) mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen, wobei
der Hydraulikdruck der ersten Hydraulikkammer (34) über eine Ansteuerung
des ersten Hydraulikventils (10) einstellbar ist;
zumindest ein zweites Hydraulikventil (11), das eingerichtet ist, um die
15 zweite Hydraulikkammer (35) mit einem Hydraulikfluid zu beaufschlagen,
wobei der Hydraulikdruck der zweiten Hydraulikkammer (35) über eine
Ansteuerung des zweiten Hydraulikventils (11) einstellbar ist;
eine Regeleinrichtung (12 - 20), die zur Ansteuerung der beiden
Hydraulikventile (10, 11) vorgesehen und eingerichtet ist, um in einem
20 Positionsregelzustand das zweite Hydraulikventil (11) mit einem von der
Arbeitsstellung des Kolbens (32) abhängigen Positionsregelsignal
anzusteuern und das erste Hydraulikventil (10) mit einem angepassten
Positionsregelsignal, das ein auf der Basis des Positionsregelsignals
erzeugtes Signal ist, anzusteuern.
25
2. Hydraulischer Regelkreis (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (12 - 20) eingerichtet ist, um die Ansteuerung der
beiden Hydraulikventile (10, 11) im Fall einer plötzlichen
Belastungsänderung des Kolbens (32), vorzugsweise beim Anstich des
30 Walzgerüsts, in dem Positionsregelzustand durchzuführen.

3. Hydraulischer Regelkreis (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12 - 20) einen Positionsregler (12), der zur Erzeugung des Positionsregelsignals eingerichtet ist, sowie eine Anpassungseinrichtung (17) mit einer Eingabe, die das
5 Positionsregelsignal empfängt, und einer Ausgabe, die das angepasste Positionsregelsignal ausgibt, aufweist, wobei die Anpassungseinrichtung (17) eingerichtet ist, um das angepasste Positionsregelsignal auf der Basis, vorzugsweise durch Invertierung, des Positionsregelsignals zu erzeugen.
- 10 4. Hydraulischer Regelkreis (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12 - 20) eine Verschleißanpassungseinrichtung (19) aufweist, die eingerichtet ist, um das Positionsregelsignal mit einem zusätzlichen Faktor zu bewerten, der zur
15 Kompensation des Verschleißes des ersten und/oder zweiten Hydraulikventils (10, 11) vorgesehen ist.
5. Hydraulischer Regelkreis (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12 - 20) eine Schalteinrichtung (16) aufweist, die zum Umschalten zwischen dem Positionsregelzustand
20 und einem Druckregelzustand eingerichtet ist, wobei im Druckregelzustand zur Positionierung des Kolbens (32) das erste Hydraulikventil (10) durch die Regeleinrichtung (12 - 20) so angesteuert wird, dass der Hydraulikdruck in der ersten Hydraulikkammer (34) im Wesentlichen konstant bleibt, während das zweite Hydraulikventil (11), angesteuert durch das Positionsregelsignal,
25 als Stellglied fungiert.
6. Hydraulischer Regelkreis (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (32) eine erste Zylinderfläche (32a) und eine zweite Zylinderfläche (32b) aufweist und der Nenndurchfluss des
30 ersten Hydraulikventils (10) um das Flächenverhältnis der ersten Zylinderfläche (32a) zur zweiten Zylinderfläche (32b) geringer ist als der

Nenndurchfluss des zweiten Hydraulikventils (11), wobei vorzugsweise die erste Zylinderfläche (32a) auf der Stangenseite des Kolbens (32) angeordnet ist, während sich auf der gegenüberliegenden Seite des Kolbens (32) keine Kolbenstange befindet.

5

7. Hydraulischer Regelkreis (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hydraulikventil (10) und/oder das zweite Hydraulikventil (11) ein Stetigventil ist.

10 8. Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Stellzylinders (3), insbesondere eines Anstellzylinders für eine Arbeitswalze in einem Walzgerüst, der ein zylindrisches Gehäuse (31) und einen darin verschiebbar angeordneten Kolben (32) aufweist, der das Gehäuseinnere in eine erste Hydraulikkammer (34) und eine zweite Hydraulikkammer (35)
15 unterteilt, wobei das Verfahren aufweist:

Beaufschlagen der ersten Hydraulikkammer (34) mit einem Hydraulikdruck mittels eines ersten Hydraulikventils (10);

Beaufschlagen der zweiten Hydraulikkammer (35) mit einem Hydraulikdruck mittels eines zweiten Hydraulikventils (11); wobei

20 in einem Positionsregelzustand die zweite Hydraulikkammer (35) mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens (32) abhängigen Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das zweite Hydraulikventil (11) mit einem Positionsregelsignal angesteuert wird, und die erste Hydraulikkammer (34) mit einem von der Arbeitsstellung des Kolbens (32) abhängigen
25 Hydraulikdruck beaufschlagt wird, indem das erste Hydraulikventil (10) mit einem angepassten Positionsregelsignal, das ein auf der Basis des Positionsregelsignals erzeugtes Signal ist, angesteuert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die
30 Ansteuerung der beiden Hydraulikventile (10, 11) im Fall einer plötzlichen

Belastungsänderung des Kolbens (32), vorzugsweise beim Anstich des Walzgerüsts, in dem Positionsregelzustand durchgeführt wird.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das angepasste Positionssignalsignal durch Invertierung des Positionssignals erzeugt wird.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Positionssignalsignal mit einem zusätzlichen Faktor bewertet wird, der vorzugsweise zur Kompensation des Verschleißes des ersten und/oder zweiten Hydraulikventils (10, 11) vorgesehen ist.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Maß für den Verschleiß die Ausgabe eines Leckfluidintegrierers herangezogen wird.
- 20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, das ferner aufweist:
Positionieren des Kolbens (32) in einem Druckregelzustand, in dem das erste Hydraulikventil (10) so angesteuert wird, dass der Hydraulikdruck in der ersten Hydraulikkammer (34) im Wesentlichen konstant bleibt, und das zweite Hydraulikventil (11) durch das Positionssignalsignal angesteuert wird;
und
Umschalten vom Druckregelzustand in den Positionsregelzustand.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Hydraulikdruck in der ersten und/oder zweiten Hydraulikkammer (34, 35) im Druckregelzustand vor dem Umschalten in den Positionsregelzustand im Wesentlichen auf den Systemdruck eingestellt wird.
- 30 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Positionsregelzustand der von der Stellung des Kolbens (32) abhängige Hydraulikdruck in der ersten und/oder zweiten Hydraulikkammer

(34, 35) so eingestellt wird, dass er von der Anschlagstellung des Kolbens auf der bei einer auftretenden Belastungsänderung des Kolbens (32) entlasteten Kolbenseite bis zur gegenüberliegenden Anschlagstellung über den Stellweg abnimmt.

5

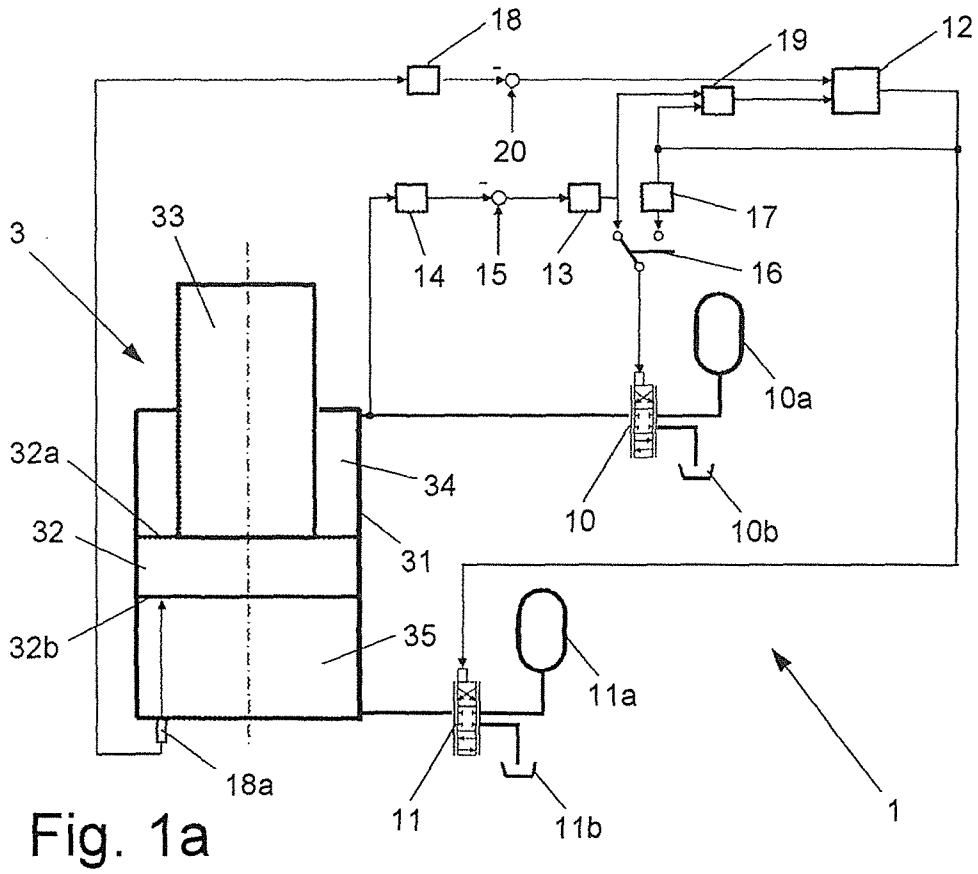


Fig. 1a

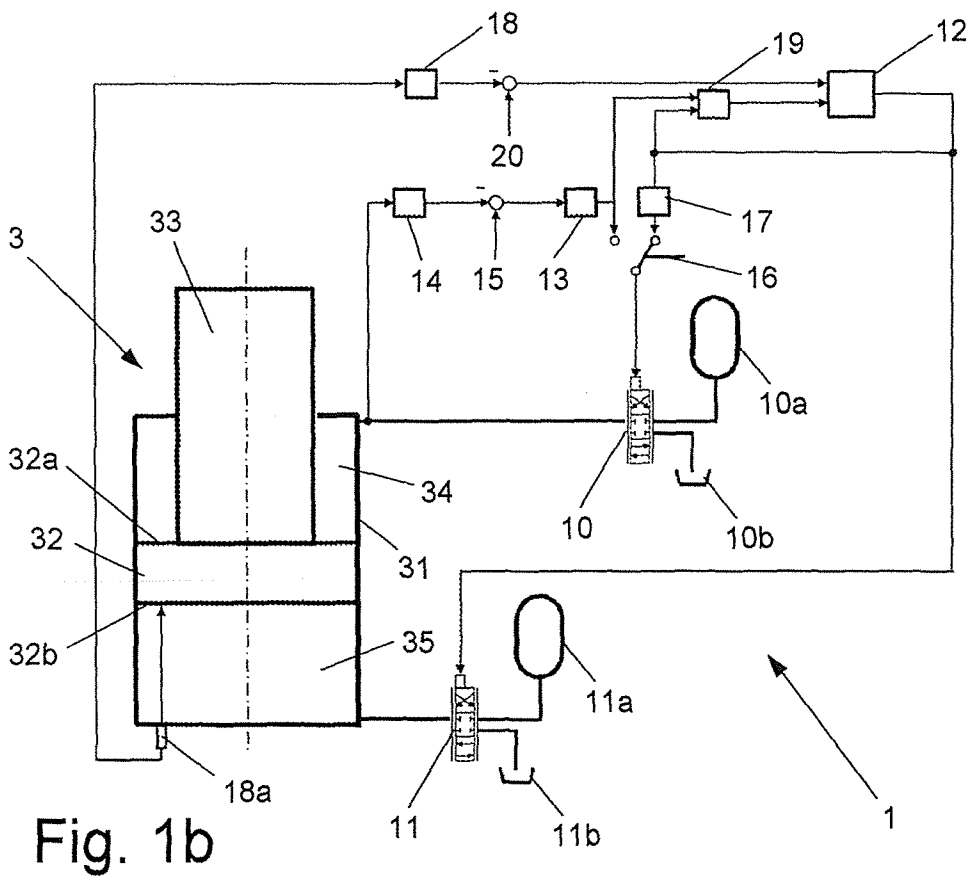


Fig. 1b

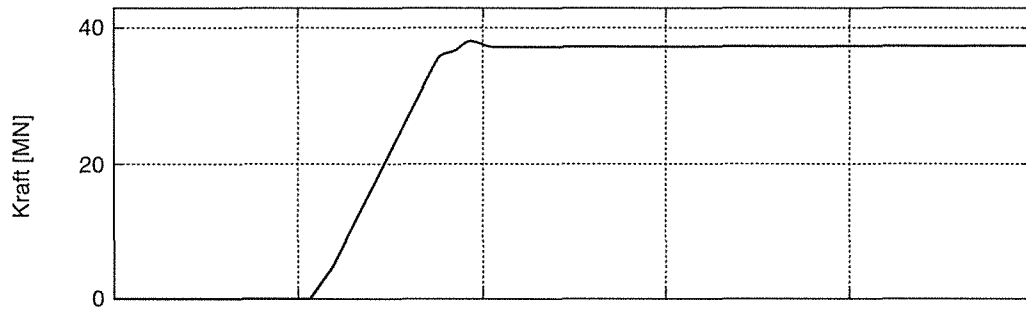


Fig. 2a

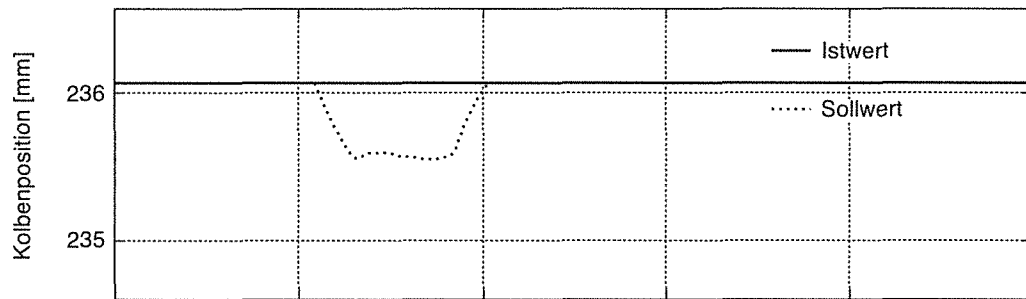


Fig. 2b

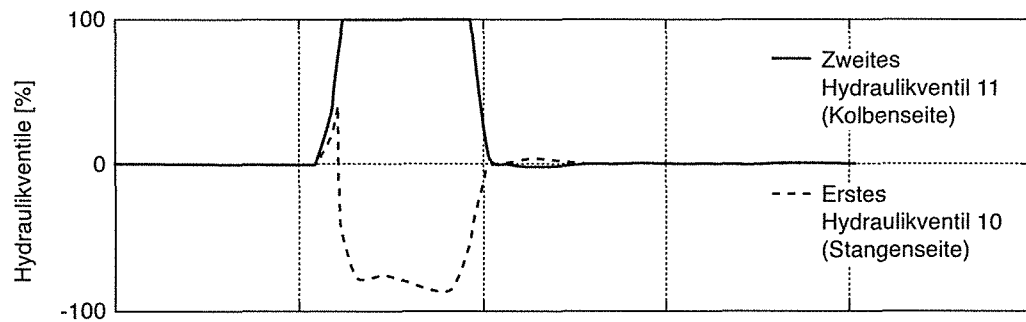


Fig. 2c

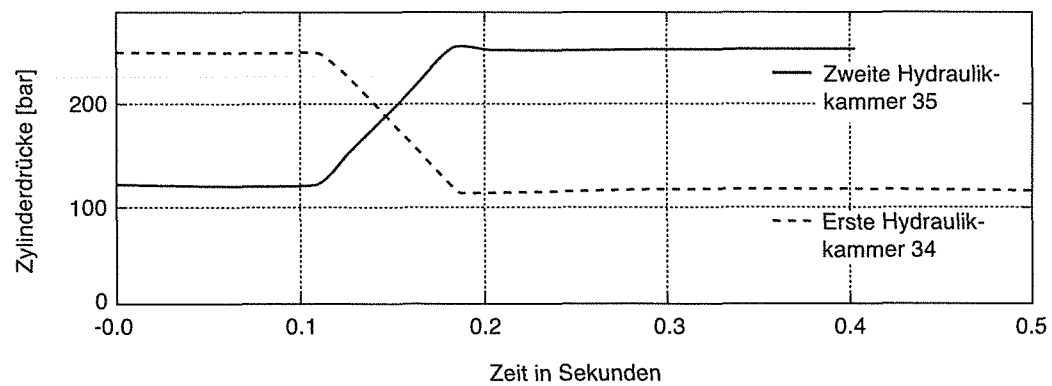


Fig. 2d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/051692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F15B 11/10</i> (2006.01)i; <i>F15B 21/08</i> (2006.01)i; <i>B21B 31/32</i> (2006.01)i; <i>B21B 37/62</i> (2006.01)i; <i>G05B 11/01</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/46</i> (2006.01)i; <i>G05D 16/20</i> (2006.01)i; <i>G05D 3/12</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F15B; B21B; G05B; G05D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2013089226 A1 (UNIV TSUKUBA [JP]) 20 June 2013 (2013-06-20) figures 1-2	1,2,4,6-9,11,12,15 3,5,10,13,14
X	US 2011120296 A1 (HOSHINO KIYOSHI [JP] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) figures 1-10	1,2,4,6-9,11,12,15
A	EP 1033498 A2 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 06 September 2000 (2000-09-06) cited in the application the whole document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 01 April 2020		Date of mailing of the international search report 17 April 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Bindreiff, Romain Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/051692

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2013089226	A1	20 June 2013	JP	2013125380	A	24 June 2013
				WO	2013089226	A1	20 June 2013
US	2011120296	A1	26 May 2011	JP	5164047	B2	13 March 2013
				JP	WO2009133956	A1	01 September 2011
				US	2011120296	A1	26 May 2011
				WO	2009133956	A1	05 November 2009
EP	1033498	A2	06 September 2000	AT	278878	T	15 October 2004
				AT	407614	B	25 May 2001
				DE	50008044	D1	11 November 2004
				EP	1033498	A2	06 September 2000
				ES	2228447	T3	16 April 2005
				SI	1033498	T1	28 February 2005
				US	6443046	B1	03 September 2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/051692

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F15B11/10 F15B21/08 B21B31/32 B21B37/62 G05B11/01
 G05B19/46 G05D16/20 G05D3/12
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F15B B21B G05B G05D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/089226 A1 (UNIV TSUKUBA [JP]) 20. Juni 2013 (2013-06-20)	1,2,4, 6-9,11, 12,15
A	Abbildungen 1-2	3,5,10, 13,14
X	US 2011/120296 A1 (HOSHINO KIYOSHI [JP] ET AL) 26. Mai 2011 (2011-05-26)	1,2,4, 6-9,11, 12,15
A	Abbildungen 1-10	1-15
A	EP 1 033 498 A2 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 6. September 2000 (2000-09-06) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. April 2020	17/04/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Bindreiff, Romain
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/051692

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013089226 A1	20-06-2013	JP 2013125380 A	24-06-2013
		WO 2013089226 A1	20-06-2013

US 2011120296 A1	26-05-2011	JP 5164047 B2	13-03-2013
		JP W02009133956 A1	01-09-2011
		US 2011120296 A1	26-05-2011
		WO 2009133956 A1	05-11-2009

EP 1033498 A2	06-09-2000	AT 278878 T	15-10-2004
		AT 407614 B	25-05-2001
		DE 50008044 D1	11-11-2004
		EP 1033498 A2	06-09-2000
		ES 2228447 T3	16-04-2005
		SI 1033498 T1	28-02-2005
		US 6443046 B1	03-09-2002
