

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50241/2019

(22)

Anmeldetag:

20.03.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.10.2020

(51)

Int. Cl.:

F15B 1/033

F15B 19/00

B29C 45/82

(2006.01)

(2006.01)

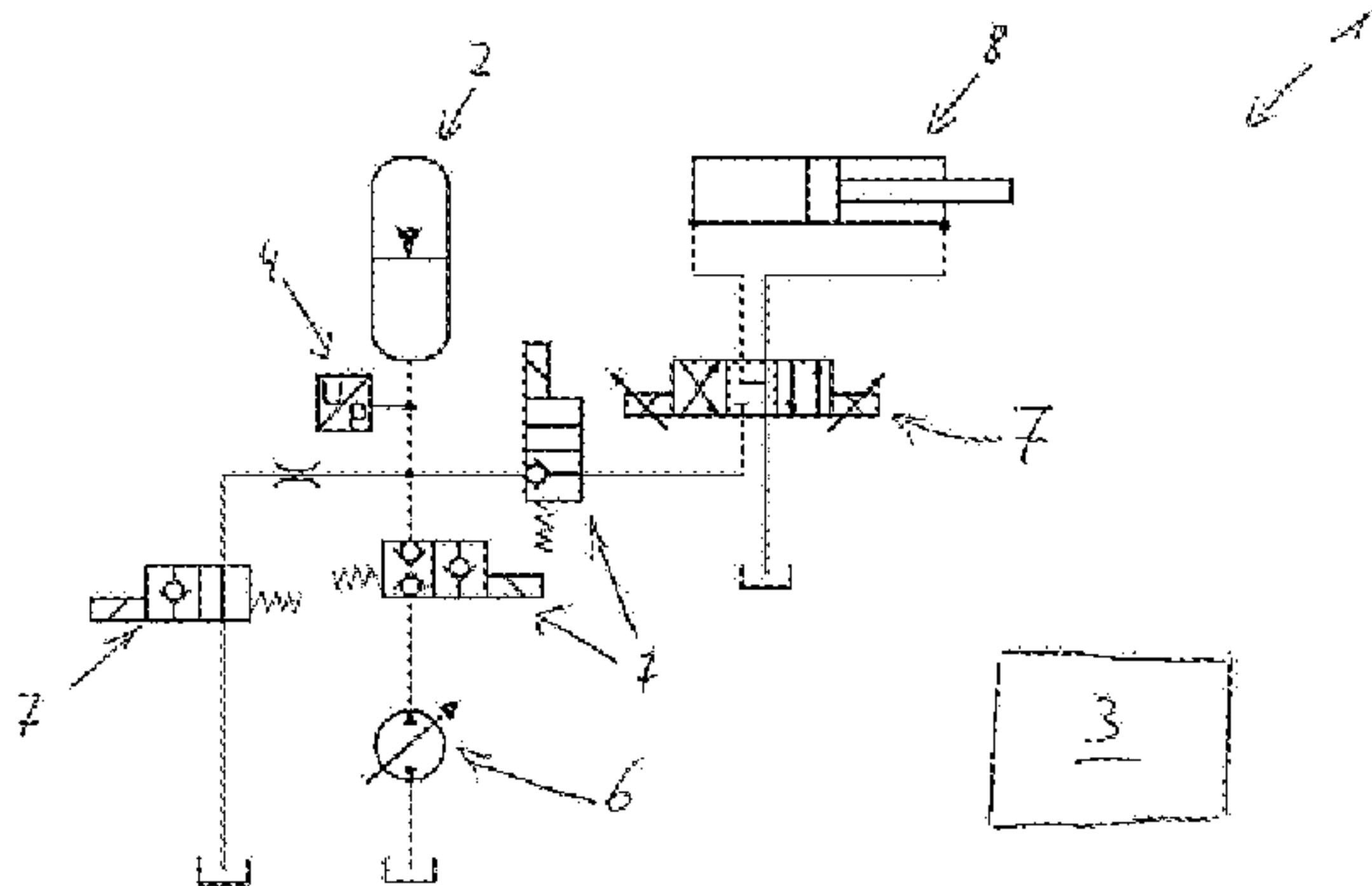
(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: JP 3317778 B2 US 5630316 A DE 10143830 A1 DE 102007059400 A1 DE 102005052640 B3 DE 112013001599 T5 US 2018229414 A1	(71) Patentanmelder: ENGEL AUSTRIA GmbH 4311 Schwertberg (AT) (74) Vertreter: Mag. Dr. Paul Torggler, Dipl.-Ing. Dr. Stephan Hofinger, Mag. Dr. Markus Gangl, MMag. Dr. Christoph Maschler, Dipl.-Ing. (FH) Dr. Bernhard Hechenleitner, Dipl.-Phys. Dr. Almar Lercher 6020 Innsbruck (AT)
--	---

(54) Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine

(57) Das Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine umfasst einen Hydraulikspeicher (2) zum Speichern hydraulischer Energie durch Wirkung gegen eine Vorspannung, zumindest eine Vorrichtung, die beispielsweise eine Pumpe (6) und/oder ein Ventil (7) beinhaltet, zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher (2) sowie eine Steuer- oder Regelvorrichtung (3) zum Steuern und/oder Regeln der Zufuhr und/oder Abfuhr des Druckmediums. Die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) weist zumindest einen mit ihr verbundenen Sensor (4) auf und ist dazu eingerichtet, mittels des zumindest einen Sensors (4) eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2) zu erfassen, auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) zu überprüfen und eine Meldung auszugeben, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Fig. 5



Zusammenfassung

Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit einem Hydraulikspeicher (2) zum Speichern hydraulischer Energie durch Wirkung gegen eine Vorspannung, zumindest einer Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher (2) sowie einer Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern (3) und/oder Regeln der Zufuhr und/oder Abfuhr des Druckmediums, wobei die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) zumindest einen mit ihr verbundenen Sensor (4) aufweist, wobei die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, mittels des zumindest einen Sensors (4) eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2) zu erfassen, auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) zu überprüfen und eine Meldung auszugeben, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, ein Verfahren zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers sowie ein Computerprogrammprodukt zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers.

Gattungsgemäße Hydraulikspeicher weisen auf:

- einen Hydraulikspeicher zum Speichern hydraulischer Energie durch Wirkung gegen eine Vorspannung,
- zumindest eine Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher sowie
- eine Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern und/oder Regeln der Zufuhr und/oder Abfuhr des Druckmediums, wobei die Steuer- oder Regelvorrichtung zumindest einen mit ihr verbundenen Sensor aufweist.

Im Folgenden wird der Stand der Technik anhand des Beispiels eines Blasenspeichers als Hydraulikspeicher dargelegt. Die Ausführungen zu Nachteilen und die Aufgabenstellung gelten aber allgemein für gattungsgemäße Hydrauliksysteme.

Beim Einsatz von Blasenspeichern ist es für die ordnungsgemäße Funktion notwendig, dass der Gasfülldruck in der Akkublase vorhanden und stets auf dem richtigen Niveau ist. Ein Problem ist häufig, dass ein möglicher Gasverlust aber nicht unmittelbar auffällt, beispielsweise weil eine Hydraulikpumpe die fehlende Leistung aus dem Blasenspeicher kompensiert und die gesamte Anlage trotzdem weiter funktioniert – natürlich unter erhöhtem Energieverbrauch, weil die Speicherwirkung des Blasenspeichers wegfällt oder vermindert ist.

Trotzdem können in weiterer Folge natürlich Fehlfunktionen (bspw. durch überlastete Pumpen) auftreten oder eine Beschädigung des Blasenspeichers kann auftreten. Solche Beschädigungen des Blasenspeichers können insbesondere auf einen

direkten Reibkontakt zwischen der Blase des Blasenspeichers und dem Druckbehälter bei zu geringem Gasfülldruck zurückzuführen sein.

Bekannt ist es, am Blasenspeicher zusätzliche Druckmessgeräte anzubringen, um vor oder nach dem Betrieb die korrekte Gasfüllung und damit die korrekte Vorspannung des Blasenspeichers zu überprüfen.

Während des Betriebs der Gesamtanlage kann eine solche Überprüfung naturgemäß nicht stattfinden, weil sich die Druckverhältnisse im Blasenspeicher bei Betriebsdrücken ständig ändern und der die Vorspannung des Blasenspeichers definierende Gasfülldruck maskiert ist. Darüber hinaus wirkt sich die Notwendigkeit eines zusätzlichen Sensors natürlich nachteilig auf den Herstellungsaufwand und die Herstellungskosten aus.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine, ein Verfahren zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers sowie ein Computerprogrammprodukt zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers bereitzustellen, wobei eine effektivere Überprüfung der korrekten Vorspannung, insbesondere während des Betriebs und/oder mit möglichst geringem Aufwand für zusätzliche Sensoren, ermöglicht wird.

Hinsichtlich des Hydrauliksystems wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, nämlich indem die Steuer- oder Regelvorrichtung dazu eingerichtet ist, mittels des zumindest einen Sensors eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers zu erfassen, auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers zu überprüfen und eine Meldung auszugeben, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 16 gelöst. Dies geschieht, indem

- ein Druckmedium zum Hydraulikspeicher zugeführt wird oder vom Hydraulikspeicher abgeführt wird,

- eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers erfasst wird,
- auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers überprüft wird und
- eine Meldung ausgegeben wird, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Hinsichtlich des Computerprogrammprodukts geschieht dies durch die Merkmale des Anspruchs 17, nämlich Befehle, die einen Computer bei der Ausführung des Programms zum Durchführen der folgenden Schritte veranlassen:

- Ausgeben eines Ansteuersignals zum Zuführen oder Abführen eines Druckmediums zu oder von einem Hydraulikspeicher,
- Entgegennehmen eines Signals zumindest eines Sensors zum Erfassen einer Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers,
- Überprüfen einer ausreichenden Vorspannung des Hydraulikspeichers auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik und
- Ausgeben einer Meldung, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Schutz begehrt wird ebenfalls für eine Formgebungsmaschine mit einem erfindungsgemäßen Hydrauliksystem. Unter Formgebungsmaschinen sind dabei beispielsweise Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und Druckgussmaschinen zu verstehen.

Ein Grundaspekt der Erfindung ist es, dass das Verhalten des Hydraulikspeichers während des Betriebs, also auch wenn die korrekte Vorspannung durch die Betriebssituation maskiert ist, durch das dynamische Verhalten des Hydraulikspeichers überwacht werden kann. Überraschend war dabei die Erkenntnis, dass dies auch in der Realität bei konkreten Formgebungsmaschinen erfolgreich angewendet werden kann, ohne dass Messfehler die Güte der Überprüfung unverhältnismäßig herabsetzen würden.

Die Erfindung ermöglicht es daher, die korrekte Vorspannung des Hydraulikspeichers fast zu jedem Zeitpunkt während des Betriebs zu überprüfen. In vielen Ausführungsbeispielen können dabei Hydraulikdrucksensoren verwendet werden, die in der Maschine ohnehin vorhanden sind, sodass sich durch die Erfindung keinerlei zusätzlicher Fertigungsaufwand einstellt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Das Hydrauliksystem kann ein Hydraulikmedium (bspw. Hydraulikfluid in Form von Hydrauliköl) aufweisen, welches vorzugsweise die Rolle des Druckmediums übernimmt. Beim Laden und Entladen des Hydraulikspeichers während des Betriebs können die entsprechenden Druckveränderungen in Form Zufuhr- und Abfuhrcharakteristiken (in diesem Fall: Lade- und Entladecharakteristiken) als „Sonden“ verwendet werden, anhand derer die korrekte Vorspannung überprüft werden kann.

Der zumindest eine Sensor kann einen Drucksensor zum Erfassen eines im Hydraulikmedium herrschenden Hydraulikdrucks beinhalten. Da solche Sensoren in fast allen Fällen ohnehin vorhanden sind, stellt dies eine einfache Möglichkeit zur Implementierung der Erfindung dar.

Es kann ein Ventil vorgesehen sein, mittels dessen das Hydraulikmedium im Hydraulikspeicher eingeschlossen werden kann. Dadurch wird es möglich, das im Hydraulikspeicher gespeicherte, druckbeaufschlagte Hydraulikmedium – oder anders formuliert den Druck des Hydraulikmediums – als Ladung zu halten, ohne dass der Hydraulikdruck von außen dafür aufrecht erhalten werden müsste.

Die Vorspannung kann durch ein druckbeaufschlagtes, kompressibles Fluid gegeben sein. Selbstverständlich sind auch andere Möglichkeiten denkbar, die Vorspannung bereitzustellen. Einfache Beispiele wären eine mechanische Feder oder das Heben einer großen Masse.

Der Hydraulikspeicher kann einen ersten volumenveränderlichen Druckbereich für das kompressible Fluid und einen zweiten volumenveränderlichen Druckbereich für das Hydraulikfluid aufweisen, wobei der erste Druckbereich und der zweite Druckbereich so gekoppelt sind, dass eine Volumenveränderung eines Druckbereichs eine entsprechende Volumenveränderung des jeweils anderen Druckbereichs zur Folge hat. Durch einen Gasfülldruck im kompressiblen Fluid stellt der erste Druckbereich die Vorspannung des Hydraulikspeichers dar. Durch die Kopplung mit dem zweiten Druckbereich kann Hydraulikmedium im zweiten Bereich unter Druck gespeichert werden und die dadurch gespeicherte Energie zu einem späteren Zeitpunkt wieder verwendet werden.

Der erste Druckbereich und der zweite Druckbereich können in einem gemeinsamen Druckbehälter angeordnet sein, wobei der erste Druckbereich vorzugsweise als volumenveränderliche Blase im gemeinsamen Druckbehälter ausgeführt ist und/oder durch eine verformbare Membran vom zweiten Druckbereich abgetrennt ist.

Ausführungsformen dieser Art sind als Blasenspeicher bekannt. Alternativ zu einer Blase könnte aber auch ein (bspw. schwimmender) Kolben einer Kolben-Zylinder-Einheit dazu dienen, den ersten Druckbereich vom zweiten Druckbereich zu trennen.

Terminologisch wird dabei im vorliegenden Dokument zwischen dem Zuführen oder Abführen von Hydraulikfluid – was als Laden und Entladen des Blasenspeichers bezeichnet wird – und dem Zuführen oder Abführen von kompressiblem Fluid – was als Erhöhen oder Verringern der Vorspannung bezeichnet wird – unterschieden.

Ein Hydraulikspeicher kann mehrere Blasenspeicher aufweisen und wird in einer solchen Ausführungsform auch als Speicherstation bezeichnet.

Das kompressible Fluid kann ein – vorzugsweise inertes – Gas sein. Ein Beispiel wäre molekularer Stickstoff.

Das kompressible Fluid kann eine höhere – insbesondere weit höhere – Kompressibilität als das Hydraulikmedium aufweisen.

In einer Ausführungsform der Erfindung kann aber auch das kompressible Fluid – statt bspw. das Hydraulikmedium – die Rolle des Druckmediums übernehmen. D.h. auch das dynamische Verhalten des Drucks im kompressiblen Fluid selbst kann als „Sonde“ verwendet werden, um zu überprüfen, ob die richtige Menge an kompressiblem Fluid (bspw. Gasfüllung) vorliegt. In einem einfachen Beispiel könnte dabei die Zeit gemessen werden, die benötigt wird, um das kompressible Fluid nach dem Betrieb gegen in die Umgebung gedrosselt abzulassen. Ist diese Zeitspanne zu kurz, ergibt sich, dass zu wenig kompressibles Fluid und damit zu wenig Vorspannung vorlag. Selbstverständlich sind auch Ausführungen möglich, wobei während des Betriebs der Druck im kompressiblen Fluid und damit die korrekte Füllmenge für die korrekte Vorspannung überwacht wird.

Es kann vorgesehen sein, dass die erfasste Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik von der Steuer- oder Regelvorrichtung erfasste Werte in zumindest einer der folgenden Formen beinhaltet:

- einen Zeitparameter und/oder einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter des zugeführten oder abgeführten Druckmediums einerseits und einen Druck des zum Hydraulikspeicher zugeführten oder abgeführten Druckmediums andererseits,
- einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter einerseits und einen Zeitparameter andererseits.

Die zumindest eine Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen des Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher kann eine Pumpe und/oder ein Ventil beinhalten.

Bei Ausführungsformen, wobei das Hydraulikmedium die Rolle des Druckmediums übernimmt, kann bspw. eine Pumpe des Hydrauliksystems verwendet werden, um den Hydraulikspeicher zu laden, d.h. druckbeaufschlagtes Hydraulikmedium zum Hydraulikspeicher zuzuführen. Alternativ könnte ein anderes Reservoir für druckbeaufschlagtes Hydraulikmedium verwendet werden, um den Druckspeicher zu laden. Die Abfuhr des Hydraulikmediums vom Hydraulikspeicher, also ein

Entladevorgang, kann bspw. über ein Ventil (z.B. Proportionalventil, Wege-Ventil usw.) oder eine hydromotorisch betriebene Pumpe vonstattengehen.

Bei Ausführungsformen, wobei das kompressible Fluid die Rolle des Druckmediums übernimmt, kann ebenfalls eine Pumpe verwendet werden, um die Füllmenge, d.h. die Vorspannung des Hydraulikspeichers, zu erhöhen. Auch hier kann alternativ oder zusätzlich ein weiteres Reservoir mit druckbeaufschlagtem, kompressiblem Fluid zum Erhöhen der Vorspannung verwendet werden. Zur Verringerung der Vorspannung (d.h. Abfuhr des Druckmediums / des kompressiblen Fluides) kann bspw. ein Ventil (z.B. Proportionalventil, Wege-Ventil usw.) oder eine hydromotorisch betriebene Pumpe verwendet werden.

Allgemeiner formuliert, kann die Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher zumindest eines der folgenden sein:

- Vorspannungsvorrichtung zum Erhöhen der Vorspannung des Druckmediums,
- Entspannungsvorrichtung zum Verringern der Vorspannung des Druckmediums,
- Ladevorrichtung zum Laden des Druckspeichers mittels eines Hydraulikmediums und/oder
- Entladevorrichtung zum Entladen des Druckspeichers

Der angesprochene Volumenparameter kann ein von der Pumpe oder durch ein Ventil gefördertes Volumen sein. Der Volumenstromparameter kann ein von der Pumpe oder durch ein Ventil geförderter Volumenstrom sein. In vielen Fällen sind diese Parameter aus der Steuerung oder Regelung der gesamten Anlage bekannt, sodass Parameter dieser Form leicht bei der erfindungsgemäßen Überprüfung verwendet werden können.

Es sei angemerkt, dass bspw. ein Volumenparameter in der Form eines von der Pumpe geförderten Volumens in vielen Fällen äquivalent zu einem Zeitparameter verwendet werden kann, weil aus einer bekannten Fördercharakteristik der Pumpe

und der bekannten Ansteuerung die vergangene Zeit seit Förderbeginn und das geförderte Volumen jederzeit einfach ineinander umrechenbar sind. Ein Zeitpunkt kann daher sowohl durch einen Zeitparameter als auch durch einen Volumenparameter definiert werden.

Um die Genauigkeit dieser Bestimmung zu erhöhen, können zum Beispiel bei erhöhtem Druck auftretende Effekte berücksichtigt werden. Beispiele wären erhöhte Pumpen und/oder Ventilleckagen, um die Volumen- oder Volumenstromermittlung präziser zu machen.

Das Entladen des Hydraulikspeichers und/oder das Verringern der Vorspannung durch Ablassen des kompressiblen Mediums kann selbstverständlich auch über bestimmte Verbraucher durchgeführt werden, wobei die gespeicherte Energie genutzt wird. Ist der Verbraucher beispielsweise eine Kolben-Zylinder-Einheit mit Wegaufnehmer kann das verschobene Volumen ganz einfach mit Hilfe der bekannten Geometriedaten der Kolben-Zylinder-Einheit berechnet werden.

Die Steuer- oder Regelvorrichtung kann dazu ausgebildet sein, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik eine Vielzahl von Messwerten zu verschiedenen Zeitpunkten zu erfassen und im Rahmen der Überprüfung der ausreichenden Vorspannung zu überprüfen, ab welchem Zeitpunkt die Messwerte unter oder über einem vorgegebenen Grenzwert liegen. Bei einer Zufuhrcharakteristik in Form eines Volumenparameters einerseits und eines gemessenen Hydraulikdrucks im Hydraulikmedium bspw. kann der Druckverlauf in Abhängigkeit des von der Pumpe geförderten Volumens erfasst werden. Ist nach einer gewissen vorgegebenen Zeit ein Druckgrenzwert noch nicht erreicht, ist klar, dass die Vorspannung im Hydraulikspeicher, bspw. in Form einer Gasfüllmenge, nicht ausreichend ist. Diese Überprüfung kann erfindungsgemäß auch während des Betriebs durchgeführt werden.

Alternativ oder zusätzlich kann die Steuer- oder Regelvorrichtung dazu ausgebildet sein, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik – vorzugsweise genau – einen Messwert zu einem vorgegebenen Zeitpunkt zu erfassen. Wie bereits

erwähnt kann der vorgegebene Zeitpunkt dabei durch einen Zeitparameter gegeben sein oder einen äquivalenten Volumenparameter. Bei einer Zufuhrcharakteristik in Form eines Volumenparameters einerseits und eines gemessenen Hydraulikdrucks im Hydraulikmedium bspw. kann zu einem gewissen (bspw. über einen vorgegebenen Zeitparameter oder einen vorgegebenen Volumenparameter definierten) Zeitpunkt kann der Hydraulikdruck im Hydraulikmedium erfasst werden. Liegt der Hydraulikdruck zu diesem Zeitpunkt unterhalb eines vorgegeben Grenzwerts kann auf eine zu niedrige Vorspannung geschlossen werden.

Der vorgegebene Bereich kann durch einen unteren Grenzwert und/oder einen oberen Grenzwert für die Vorspannung gegeben sein.

Die erfindungsgemäße Steuer- oder Regelvorrichtung kann in eine gemeinsame Maschinensteuerung der Formgebungsmaschine integriert sein. Alternativ oder zusätzlich können Berechnungen und Programmabläufe im Kontext der Erfindung ausgelagert werden und in von der Maschine separaten Recheneinheiten (Computern, Servern) zentral oder verteilt durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäß auszugebene Meldung kann an einen Bediener ausgegeben werden. Alternativ oder zusätzlich kann zusammen mit der Meldung bereits das Anpassen (Also Erhöhen oder Verringern) der Vorspannung vorgeschlagen oder automatisch durchgeführt werden.

Der Hydraulikspeicher kann mehrere – bspw. parallel geschaltete – Einzelspeicher aufweisen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Figuren sowie der dazu gehörigen Figurenbeschreibung. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Druckdiagramm zur Veranschaulichung einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 ein Druckdiagramm zur Veranschaulichung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

- Fig. 3 ein Druckdiagramm zur Veranschaulichung einer dritten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 4 ein Druckdiagramm zur Veranschaulichung einer vierten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 5 ein Hydraulikschema eines erfindungsgemäßen Hydrauliksystems,
- Fig. 6a bis 6c Darstellung eines Blasenspeichers in verschiedenen Ladungszuständen sowie
- Fig. 7 eine erfindungsgemäße Formgebungsmaschine mit einer Speicherstation.

Die Figuren 1 bis 4 stellen jeweils ein Druckverlaufdiagramm über die Zeit oder – äquivalent – über einen Volumenparameter für zugeführtes Hydraulikfluid (Hydrauliköl) dar.

Zu Fig. 1: Ist ein Blasenspeicher (Hydraulikspeicher 2) hydraulisch entleert (vollständig entladen), drückt die gasgefüllte Blase oder Membran auf den Ventilteller (siehe Fig. 6a bis 6c). Das heißt, dass beim Ladevorgang die Füllung des Blasenspeichers erst beginnt, wenn der Hydraulikdruck größer als der Gasfülldruck p_0 ist. Daraus ergibt sich eine charakteristische Ladekennlinie (Zufuhrcharakteristik) die einen nahezu senkrechten Druckanstieg bis p_0 zeigt und erst anschließend eine Druckanstiegskurve die sich aus dem Ladevolumen und der Größe des Blasenspeichers ergibt.

In der Maschinesteuerung (in welcher die erfindungsgemäße Steuer- oder Regelvorrichtung 3 im vorliegenden Ausführungsbeispiel implementiert ist) kann der gewünschte optimale Gasfülldruck $p_{0\text{Soll}}$ (z.B. 100 bar) gespeichert werden. Entspricht der tatsächliche Gasfülldruck dem gewünschten $p_{0\text{Soll}}$ wird die Ladekurve und somit der Pumpendruck innerhalb kurzer Zeit t_1 diesen Druck erreichen und anschließend langsamer ansteigen. Das heißt, die Steuerung kann bei Erreichen von t_1 überprüfen ob $p_{0\text{Soll}}$ überschritten wurde und wäre das nicht der Fall, eine entsprechende Fehlermeldung ausgeben. Die Fehlermeldung könnte lauten „Gasfülldruck zu gering“

oder es könnte sogar ein relativ exakter Wert ausgegeben werden wie niedrig der Gasfülldruck ist zum Zeitpunkt t_1 ist (z.B. Gasfülldruck nur 72 bar).

Analog dazu lässt sich natürlich auch ein zu hoher Gasfülldruck auswerten.

Zu Fig. 2: Beim völligen Entladen des Blasenspeichers (zum Beispiel bei Not-Aus oder Stillsetzung des Pumpenmotors) ergibt sich ebenfalls eine charakteristische Entladekennlinie (Abfuhrcharakteristik) an der ebenfalls der tatsächliche Gasfülldruck deutlich zu erkennen ist. Solange Hydraulikmedium aus dem Blasenspeicher austritt, entspricht der Druckverlauf über die Zeit einer markanten Kurve die sich wieder aus dem Speichervolumen und der Entladeöffnung ergibt. Mit Erreichen von p_0 wird jedoch der Druck schlagartig abfallen, weil der Blasenspeicher nun kein Hydraulikmedium mehr liefert.

Ähnlich wie zu Fig. 1 beschrieben lässt sich aus der Höhe des Druckniveaus beim schlagartigen Druckabfall die Vorspannung in Form des tatsächlichen ursprünglichen Gasfülldrucks ermitteln und entsprechende Meldungen ableiten.

Die Ausführungsform in Verbindung mit Fig. 3 betrifft das Nachladen des Blasenspeichers im Betrieb.

Im zyklischen Betrieb darf ein hydraulischer Blasenspeicher nie ganz entladen werden. Üblicherweise wird der minimale Arbeitsdruck $p_{\min}$ rund 20 bar höher als p_0 gewählt.

In einem Betriebsbeispiel wird ein Blasenspeicher mit einer definierten Pumpenmenge oder Pumpenleistung von einem niedrigeren Hydraulikdruck p_1 auf einen höheren Hydraulikdruck p_2 (Akkuladedruck) geladen.

Das dafür notwendige, eingebrachte Ölvolumen lässt sich mit folgender Formel abbilden:

$$\Delta V = \frac{V_0 \cdot \left[\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2} \right)^{0,714} \right]}{C_a}$$

Dabei sind:

ΔV = nutzbares Volumen bzw. Ladevolumen zwischen p_1 und p_2

V_0 = effektives Gasvolumen

p_0 = Gasfülldruck

p_1 = Druck bei Beginn Nachladen des Hydraulikspeichers 2

p_2 = Druck am Ende des Ladevorganges

C_a = Korrekturfaktor für adiabatische Zustandsänderungen

Werte für den Korrekturfaktor für adiabatische Zustandsänderungen können Fachleute der Literatur entnehmen.

Mit dieser Formel lässt sich somit unter bekannten Betriebsbedingungen das Ladevolumen zu einem definierten Gasfülldruck p_0 zwischen p_1 und p_2 errechnen. Umgekehrt kann man aber auch über die geförderte Pumpenmenge und die Ladezeit, das tatsächlich eingebrachte Volumen ΔV_{Pumpe} (Volumenparameter in Form eines in den Blasenspeicher geförderten Volumens) berechnen. Stimmt nun der tatsächliche Gasfülldruck noch mit dem definierten Gasfülldruck überein wird auch das errechnete Ladevolumen ΔV mit dem tatsächlich eingebrachten Volumen ΔV_{Pumpe} übereinstimmen.

Ist jedoch der tatsächliche Gasfülldruck $p_{0\text{Fehler}}$ niedriger als der definierte, gewünschte Gasfülldruck p_0 , wird auch das benötigte Ladevolumen höher sein (ΔV_{Fehler}), was sich mit der tatsächlichen Pumpenfördermenge über die Ladezeit praktisch messen lässt und sich somit ein zu geringer Gasfülldruck (d.h. eine zu geringe Vorspannung) ableiten lässt.

Das heißt je nach Situation können die folgenden Meldungen ausgegeben werden:

$\Delta V = \Delta V_{\text{Pumpe}}$ (+/- 10 % Toleranz) -> Gasfülldruck im gewünschten Bereich

$\Delta V < \Delta V_{\text{Pumpe}} \cdot 0,9$ (10 % Toleranz) -> Gasfülldruck zu niedrig

$\Delta V > \Delta V_{\text{Pumpe}} \cdot 0,9$ (10 % Toleranz) $\rightarrow$ Gasfülldruck zu hoch

Analog zum wie beschrieben definierten Laden des Hydraulikspeichers 2, kann dieselbe Logik auch beim Entladen in einen bekannten Verbraucher 8 angewendet werden. Der Unterschied ist lediglich, dass ΔV nicht mit der tatsächlichen Pumpenlademenge verglichen wird, sondern über das eingebrachte Volumen in einen Verbraucher 8. Das kann beispielsweise ein Hydraulikzylinder sein, der bspw. bei einer Spritzgießmaschine in den meisten Fällen ohnehin mit einem Wegaufnehmer ausgestattet ist, wodurch sich das tatsächlich verbrauchte Volumen exakt errechnen lässt.

Einen Sonderfall stellt eine defekte Speicherblase dar oder wenn aus anderen Gründen kein Gasfülldruck vorhanden ist. In diesem Fall wird sich der Druckbehälter 5 des Blasenspeichers einmal komplett mit Hydraulikfluid gefüllt haben und sich danach aufgrund des fehlenden Gasdruckes auch nie wieder entladen. Das heißt die Lade- und Entladezeiten werden gegen Null gehen, was sich ebenfalls mit oben angeführten Methoden problemlos auswerten lässt.

Die Erfindung kann auch bei Speicherstationen eingesetzt werden, wobei mehrere Blasenspeicher parallel geschaltet sind, um das verfügbare Speichervolumen zu vervielfachen. Da aber jeder Speicher eine eigene Blase oder Membran besitzt und jeder für sich mit den gewünschten Gasfülldruck p_0 geladen werden muss, kann es passieren, dass im Fehlerfall ein oder mehrere Blasenspeicher einen falschen Gasfülldruck aufweisen, während die restlichen Blasenspeicher durchaus noch korrekt geladen sein können.

Häufig passiert es auch, dass bei Speicherstationen ein einzelner Blasenspeicher (zum Beispiel aufgrund einer defekten Blase) vollständig funktionslos ist, was im Betrieb nicht automatisch auffällt. Die vorbeschriebenen Ausführungen der Erfindung sind daher bei Speicherstationen mit mehreren Einzelspeichern mit kleinen Änderungen anzuwenden.

Beim Laden einer leeren Speicherstation ergibt sich eine charakteristische Ladekennlinie ähnlich zu Fig. 1, wenn alle einzelnen Blasenspeicher der Speicherstation mit dem gleichen, gewünschten Gasfülldruck gefüllt sind. Weist jedoch einer der Blasenspeicher einen geringeren Gasfülldruck auf, würde das ähnlich wie zu Fig. 1 beschrieben erkennbar sein, wenn auch diese sich ergebende Ladekurve (Zufuhrcharakteristik) etwas anders aussehen würde. Da in diesem Fall die übrigen korrekt vorgespannten Blasenspeicher vorhanden sind, entsteht in der Gesamtzufuhrcharakteristik ein Knick, was in Fig. 4 dargestellt ist. Sind mehr als ein Blasenspeicher defekt ergibt sich ein stärker ausgeprägter Knick in Abhängigkeit der Anzahl der korrekt vorgespannten und funktionierenden Blasenspeicher. Die Auswertung würde aber grundsätzlich wie in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben erfolgen können und das Vorhandensein eines nicht korrekt geladenen Blasenspeichers könnte aufgrund des Knicks erkannt werden.

Dieser Knick ergibt sich auch gegen Ende des Entladevorganges beim kompletten Entladen einer Speicherstation, wenn ein Speicher einer Speicherstation einen zu geringen Gasfülldruck aufweist. Aber auch hier würde die Auswertung, wie sie in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben wurde funktionieren.

Zum Nachladen einer Speicherstation im laufenden Betrieb ist zu erwähnen, dass die Berechnungs- und Messwerte entsprechend genauer sein sollten, da ein einzelner fehlerhafter Speicher nur aliquot die Ladekurve (Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik) beeinflusst. Grundsätzlich lässt aber auch hier das in Verbindung mit Fig. 3 beschriebene Verfahren das Erkennen eines nicht korrekt geladenen oder defekten Blasenspeichers zu. Das gilt auch für das Entladen einer Speicherstation über einen definierten Verbraucher.

Ein weiterer Sonderfall betrifft eine defekte Speicherblase oder gänzlicher Druckverlust im ersten Druckbereich eines einzelnen Blasenspeichers einer Speicherstation. Im Gegensatz zu einem einzelnen Blasenspeicher werden bei einer Speicherstation die Lade- und Entladezeiten nicht gegen Null gehen, da ja die restlichen funktionsfähigen Blasenspeicher weiterhin entsprechend ge- und entladen werden können. Es wird sich aber sowohl die Lade-/Entladezeit, als auch das Lade-

oder Entladevolumen entsprechend der Anzahl der Gesamtspeicheranzahl verringern. Das heißt zum Beispiel bei einer 4-fach Akkustation (mit 4 gleich großen Blasenspeichern), wobei ein Blasenspeicher defekt (ohne Gasfülldruck) ist, wird sich sowohl die Lade-/Entladezeit als auch das Lade- und Entladevolumen um 25 % reduzieren, gegenüber der Speicherstation mit vier vollfunktionfähigen und richtig geladenen Blasenspeichern.

Die hier dargelegten Ausführungsformen wurden am Beispiel eines Blasenspeichers oder mehrerer Blasenspeicher als Hydraulikspeicher 2 verdeutlicht. Bei anderen Arten der Vorspannung, bspw. über eine mechanische Feder, würden die Ausführungsbeispiele aber weitgehend analog aussehen.

Fig. 5 zeigt ein Hydraulikschema eines erfindungsgemäßen Hydrauliksystems 1. Es beinhaltet eine Pumpe 6, einen Hydraulikspeicher 2 in Form eines Blasenspeichers und einen Verbraucher 8 in Form einer hydraulischen Kolben-Zylinder-Einheit. Über mehrere Ventile 7 können der Blasenspeicher und der Verbraucher 8 angesteuert werden und es kann ein Ablassen des Hydraulikmediums auf Tank durchgeführt werden.

Außerdem ist es möglich über die Ventile 7 eine Ladung des Hydraulikspeichers 2 so einzuschließen, dass kein Hydraulikdruck extern aufrechterhalten werden muss, um die Ladung beizubehalten.

Abgebildet ist außerdem die Steuer- oder Regelvorrichtung 3, die mit den angesprochenen ansteuerbaren Komponenten signaltechnisch verbunden ist, was jedoch in Fig. 3 der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet ist.

In den Figen 6a bis 6c ist ein Blasenspeicher in verschiedenen Ladezuständen dargestellt.

Der Blasenspeicher beinhaltet einen Druckbehälter 5, in welchem der erste Druckbereich 11 für ein kompressibles Fluid, in diesem Fall molekularer Stickstoff, und der zweite Druckbereich 12 für Hydraulikmedium angeordnet sind.

In Fig. 6a ist der Blasenspeicher vollständig entladen, wodurch der zweite Druckbereich 12 in diesem Zustand nicht realisiert ist, d.h. Nullvolumen besitzt. Fig. 6b zeigt den Blasenspeicher bei einem ersten Betriebsdruck (bspw. minimaler Arbeitsdruck) und Fig. 6c zeigt den Blasenspeicher bei einem zweiten Betriebsdruck (bspw. maximaler Betriebsdruck). Die, beispielsweise aus Gummi gefertigte, Blase des Hydraulikspeichers 2 ist mit dem Bezugszeichen 9 versehen.

Fig. 7 zeigt eine Formgebungsmaschine – in diesem Fall eine Spritzgießmaschine – mit einem erfindungsgemäßen Hydrauliksystem. Diese Spritzgießmaschine verfügt über eine Schließeinheit 14, eine Einspritzeinheit 15 und ein erfindungsgemäßes Hydrauliksystem 1

Das Hydrauliksystem 1 der Fig. 7 ist im Wesentlichen analog zu jenem aus Fig. 5, wobei allerdings statt nur einem Hydraulikspeicher 2 mehrere Hydraulikspeicher 2 parallel geschaltet sind (Speicherstation).

Innsbruck, am 19. März 2019

Patentansprüche

1. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit
 - einem Hydraulikspeicher (2) zum Speichern hydraulischer Energie durch Wirkung gegen eine Vorspannung,
 - zumindest einer Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher (2) sowie
 - einer Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern (3) und/oder Regeln der Zufuhr und/oder Abfuhr des Druckmediums,wobei die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) zumindest einen mit ihr verbundenen Sensor (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, mittels des zumindest einen Sensors (4) eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2) zu erfassen, auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) zu überprüfen und eine Meldung auszugeben, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.
2. Hydrauliksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydrauliksystem ein Hydraulikmedium aufweist, welches vorzugsweise die Rolle des Druckmediums übernimmt.
3. Hydrauliksystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor (4) einen Drucksensor zum Erfassen eines im Hydraulikmedium herrschenden Hydraulikdrucks beinhaltet.
4. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannung durch ein druckbeaufschlagtes, kompressibles Fluid gegeben ist.
5. Hydrauliksystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hydraulikspeicher (2) einen ersten volumenveränderlichen Druckbereich (11) für das kompressible Fluid und einen zweiten volumenveränderlichen Druckbereich (12) für das Hydraulikfluid aufweist, wobei der erste Druckbereich (11) und der zweite Druckbereich (12) so gekoppelt sind, dass eine

Volumenveränderung eines Druckbereichs eine entsprechende Volumenveränderung des jeweils anderen Druckbereichs zur Folge hat.

6. Hydrauliksystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Druckbereich (11) und der zweite Druckbereich (12) in einem gemeinsamen Druckbehälter (5) angeordnet sind, wobei der erste Druckbereich (11) vorzugsweise als volumenveränderliche Blase im gemeinsamen Druckbehälter (5) ausgeführt ist und/oder durch eine verformbare Membran vom zweiten Druckbereich (12) abgetrennt ist.
7. Hydrauliksystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das kompressible Fluid ein – vorzugsweise inertes – Gas ist.
8. Hydrauliksystem nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das kompressible Fluid die Rolle des Druckmediums übernimmt.
9. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erfasste Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik von der Steuer- oder Regelvorrichtung (3) erfasste Werte in zumindest einer der folgenden Formen beinhaltet:
 - einen Zeitparameter und/oder einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter des zugeführten oder abgeführten Druckmediums einerseits und einen Druck des zum Hydraulikspeicher (2) zugeführten oder abgeführten Druckmediums andererseits,
 - einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter einerseits und einen Zeitparameter andererseits.
10. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen des Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher eine Pumpe (6) und/oder ein Ventil (7) beinhaltet.
11. Hydrauliksystem nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenparameter ein von der Pumpe (6) oder durch ein Ventil (7) gefördertes

Volumen und/oder dass der Volumenstromparameter ein von der Pumpe (6) oder durch ein Ventil (7) geförderter Volumenstrom ist.

12. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik eine Vielzahl von Messwerten zu verschiedenen Zeitpunkten zu erfassen, und dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Überprüfung der ausreichenden Vorspannung zu überprüfen, ab welchem Zeitpunkt die Messwerte unter oder über einem vorgegebenen Grenzwert liegen.
13. Hydraulikspeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik – vorzugsweise genau – einen Messwert zu einem vorgegebenen Zeitpunkt zu erfassen.
14. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Bereich durch einen unteren Grenzwert und/oder einen oberen Grenzwert für die Vorspannung gegeben ist.
15. Formgebungsmaschine mit einem Hydrauliksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
16. Verfahren zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers (2), wobei
 - ein Druckmedium zum Hydraulikspeicher (2) zugeführt wird oder vom Hydraulikspeicher (2) abgeführt wird,
 - eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2) erfasst wird,
 - auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) überprüft wird und
 - eine Meldung ausgegeben wird, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

17. Computerprogrammprodukt zum Überprüfen einer Vorspannung eines Hydraulikspeichers (2) umfassend Befehle, die einen Computer bei der Ausführung des Programms zum Durchführen der folgenden Schritte veranlassen:

- Ausgeben eines Ansteuersignals zum Zuführen oder Abführen eines Druckmediums zu oder von einem Hydraulikspeicher (2),
- Entgegennehmen eines Signals zumindest eines Sensors (4) zum Erfassen einer Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2),
- Überprüfen einer ausreichenden Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik und
- Ausgeben einer Meldung, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Innsbruck, am 19. März 2019

Fig. 1

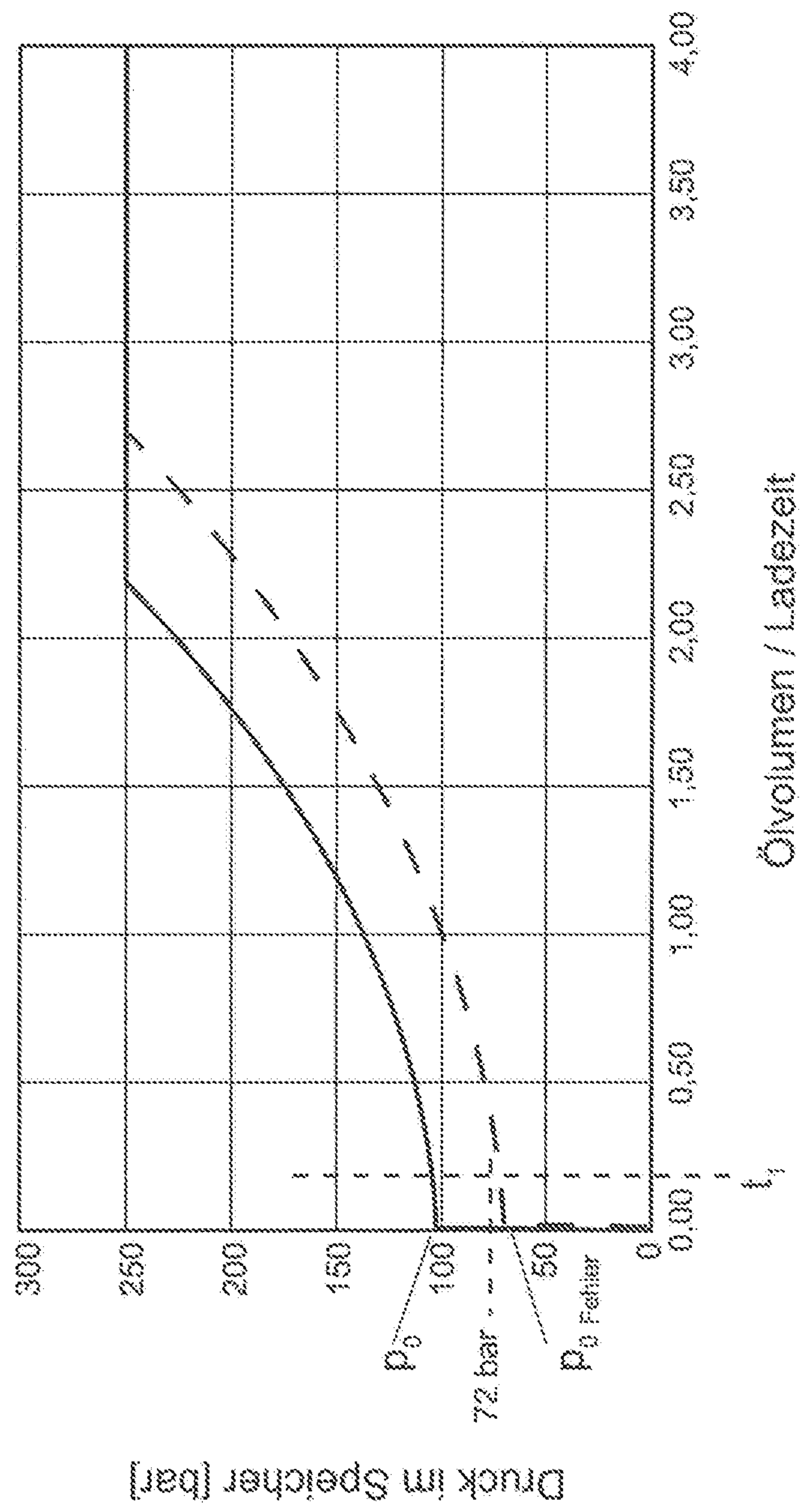


Fig. 2

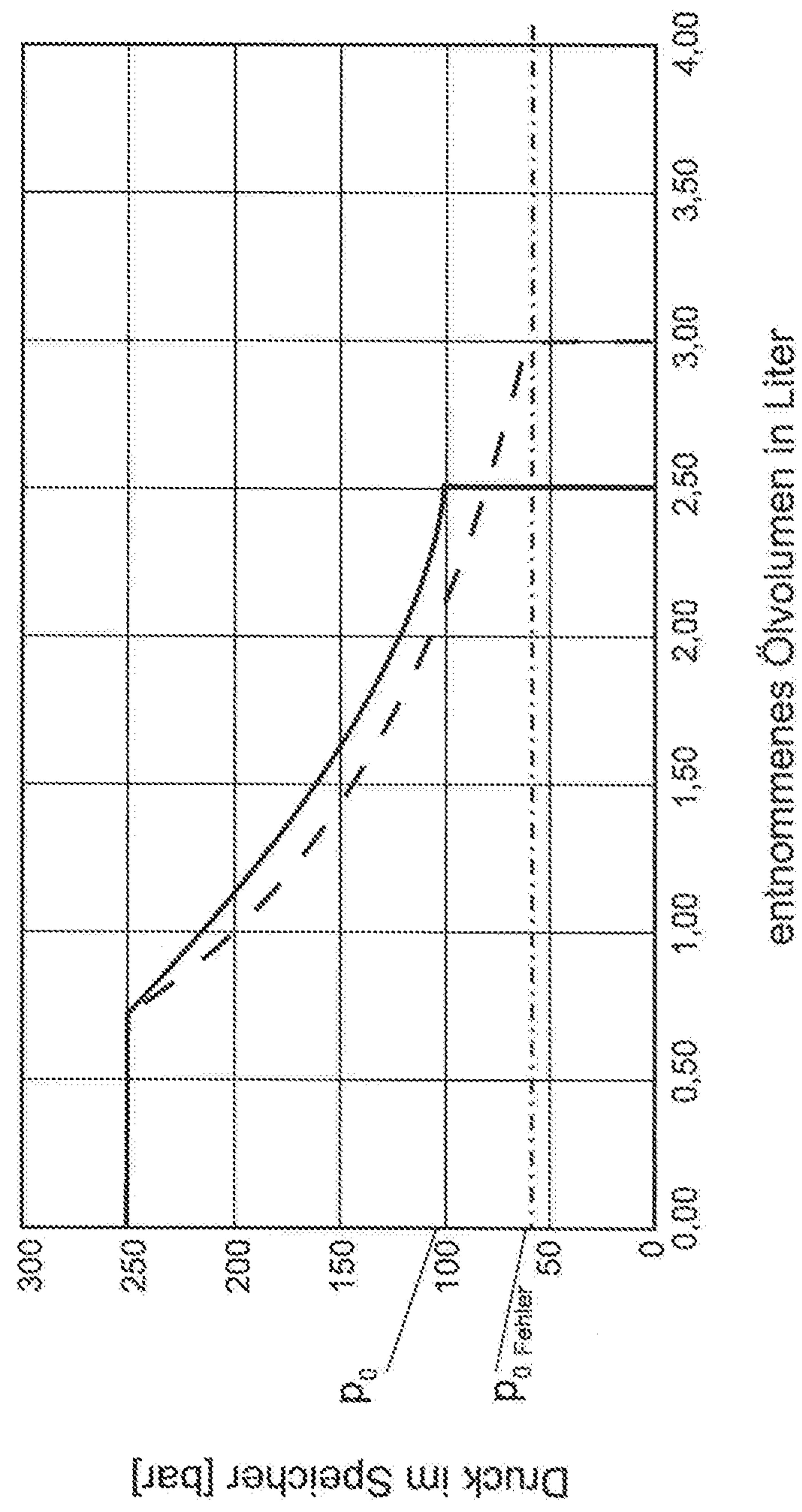


Fig. 3

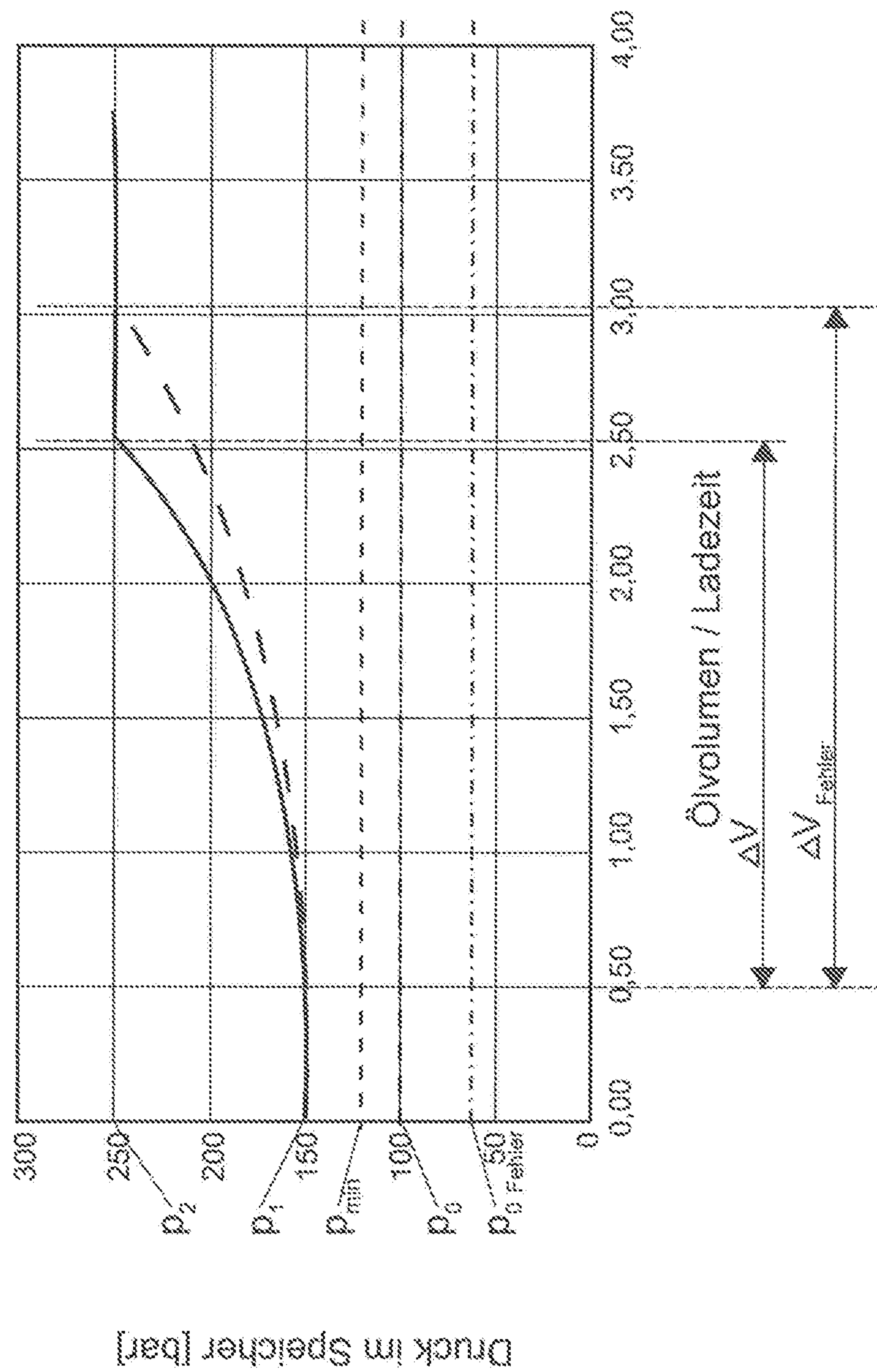


Fig. 4

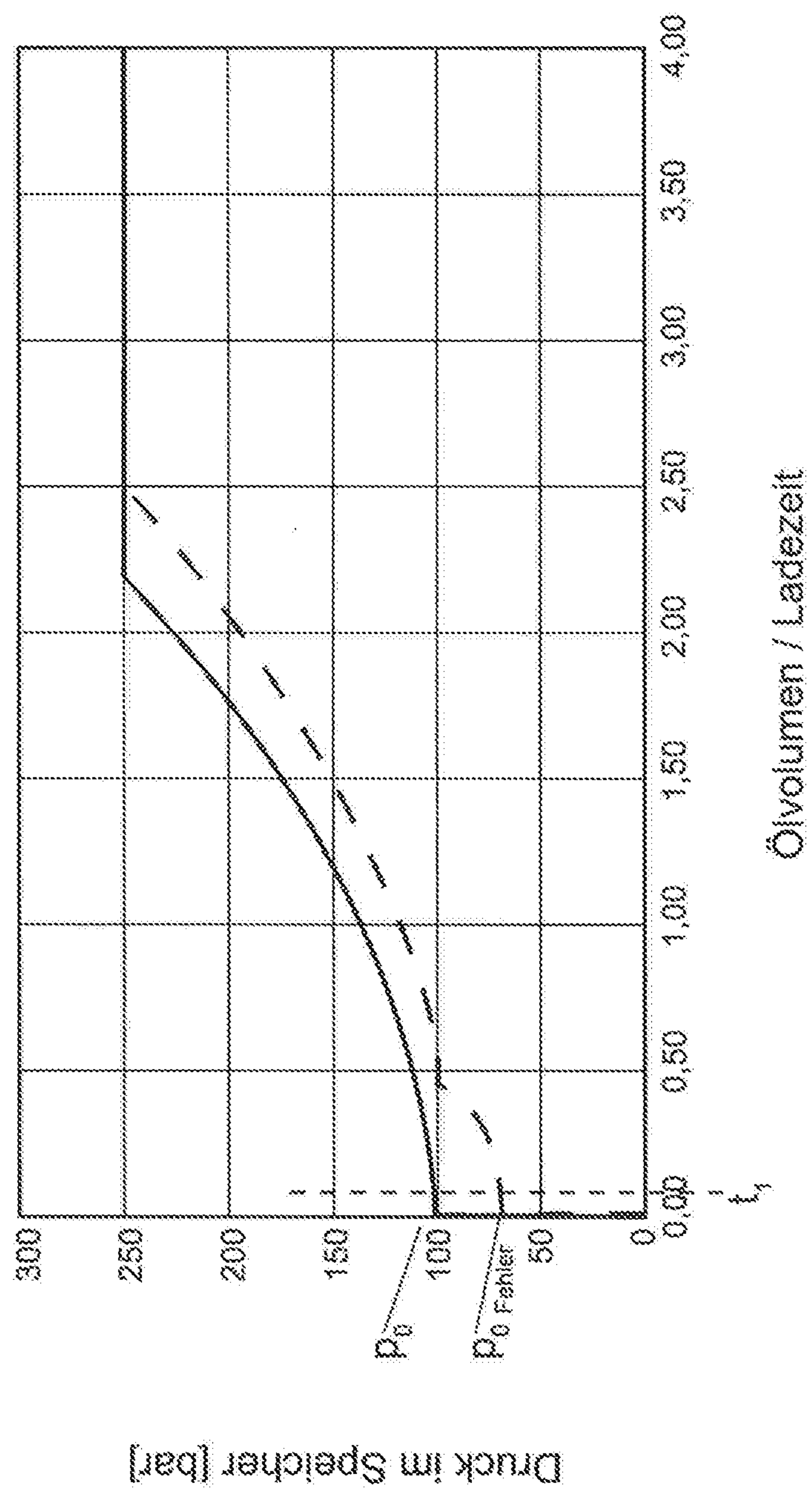


Fig. 5

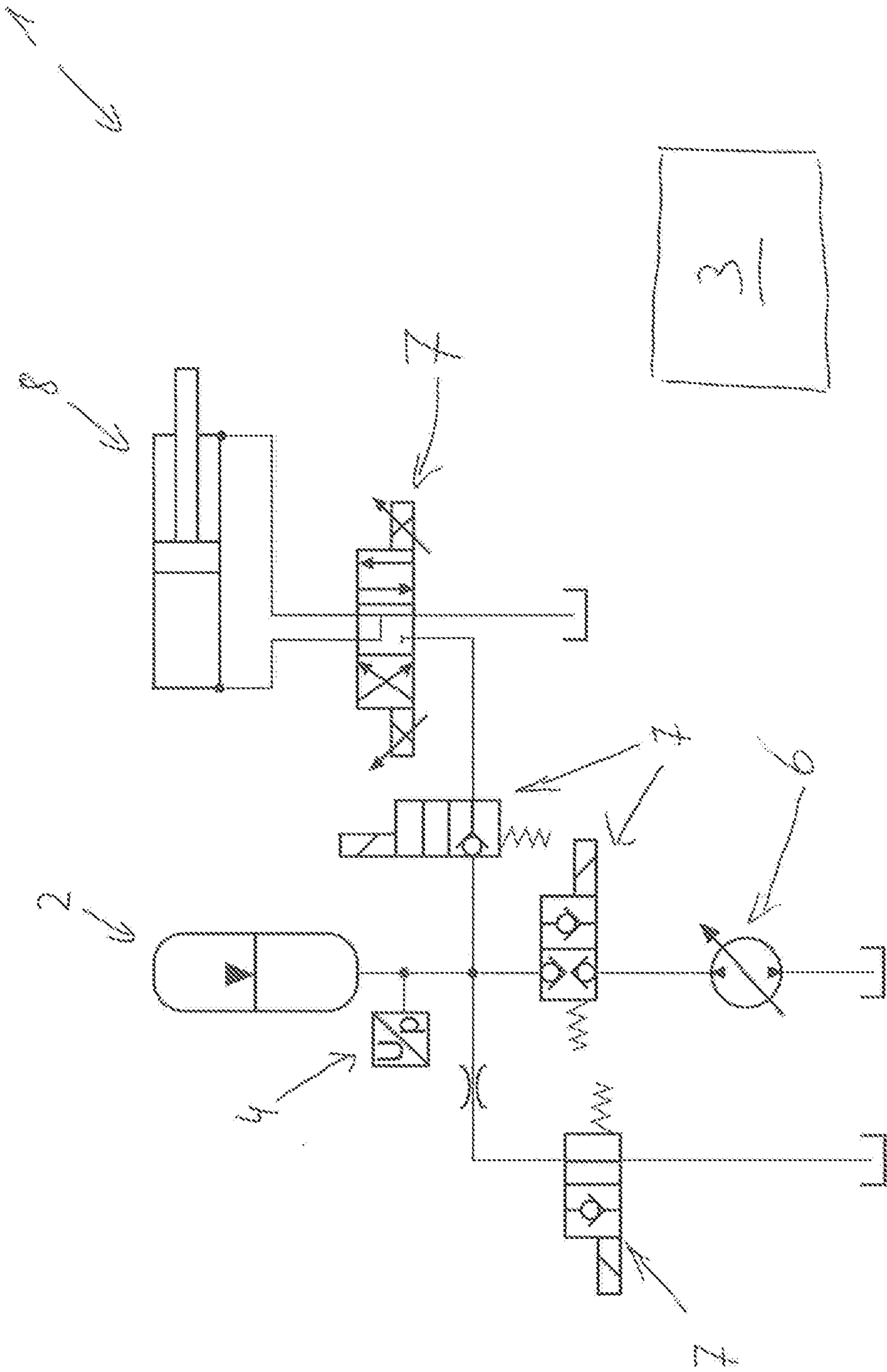


Fig. 6a

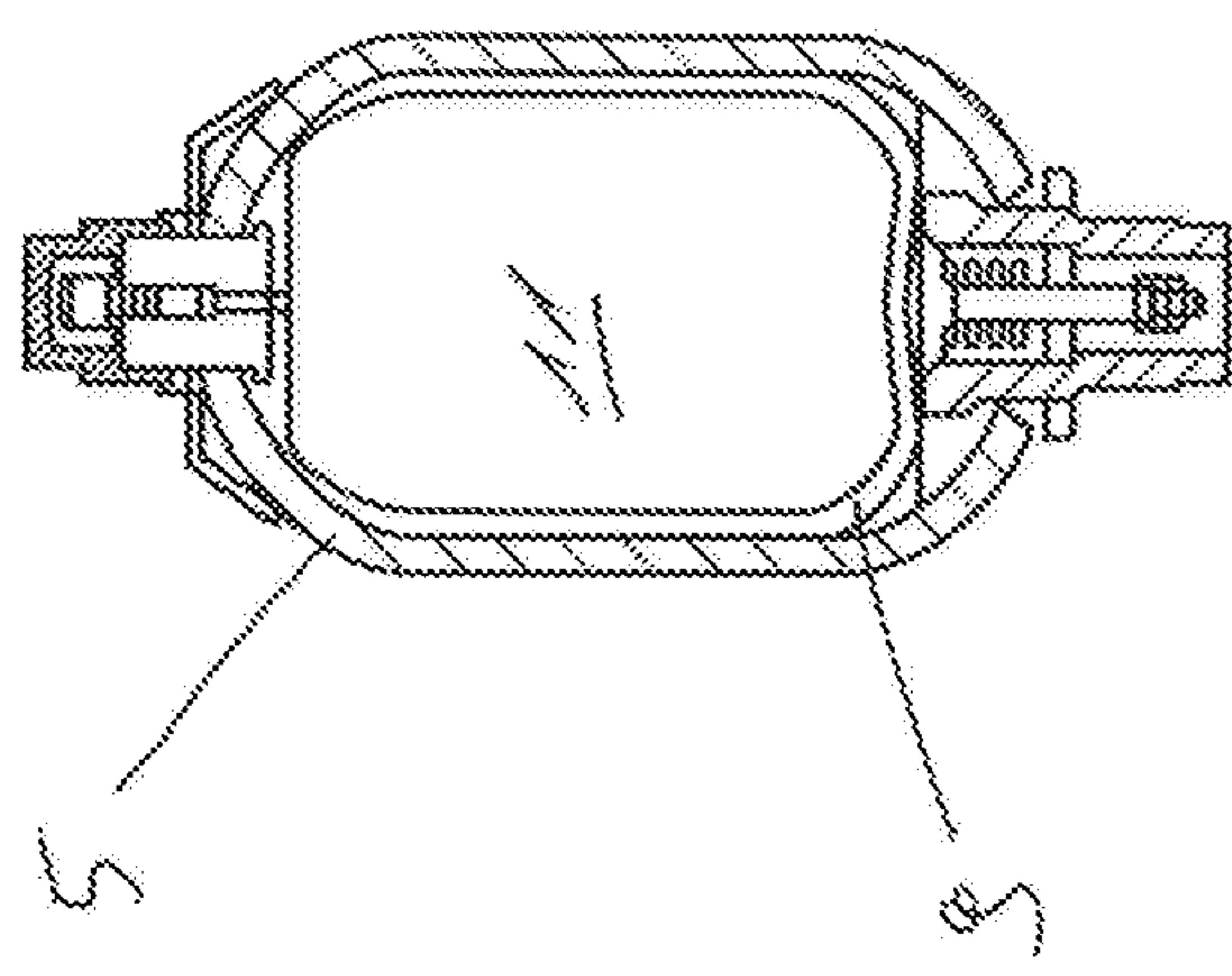


Fig. 6b

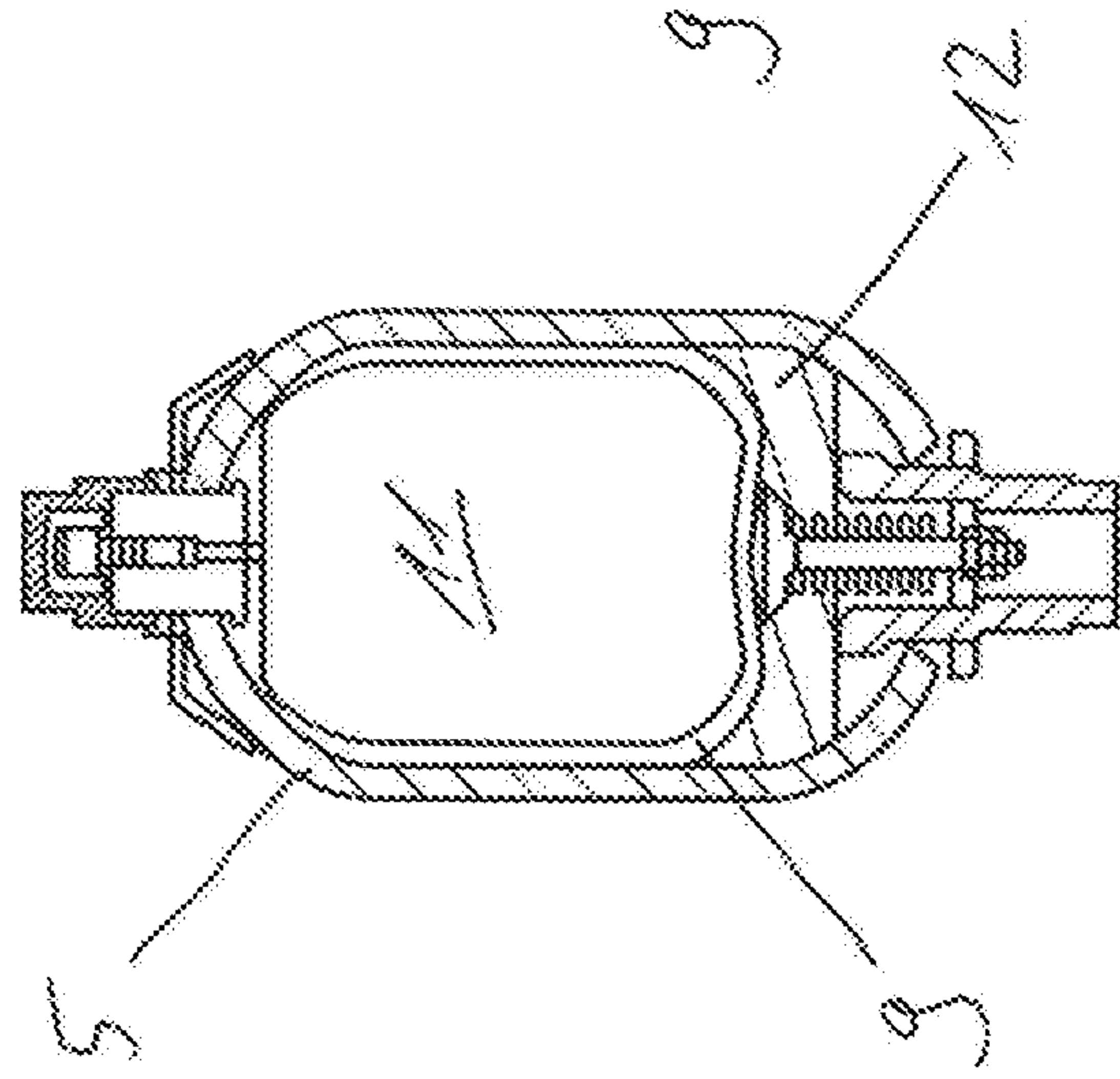


Fig. 6c

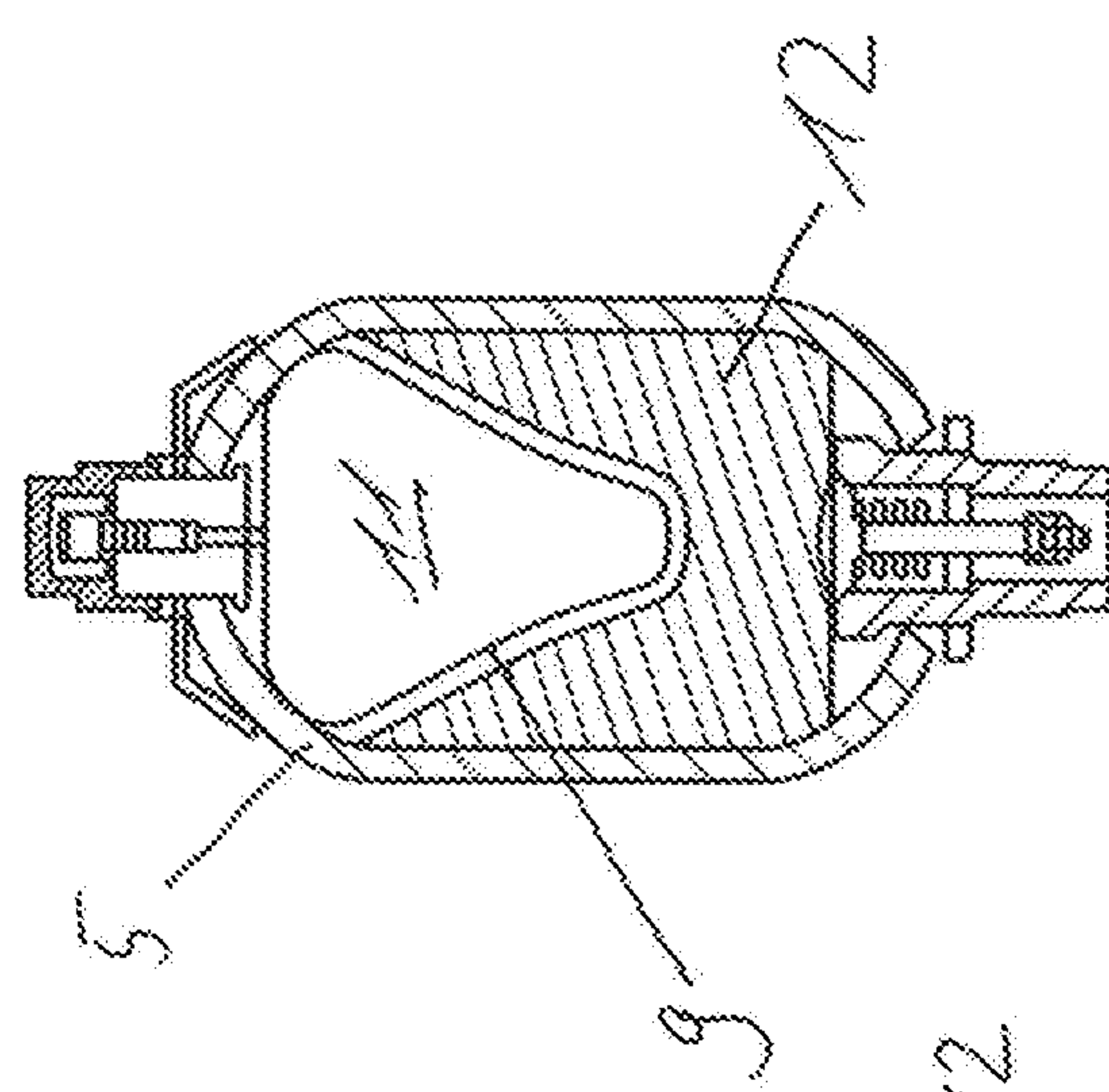
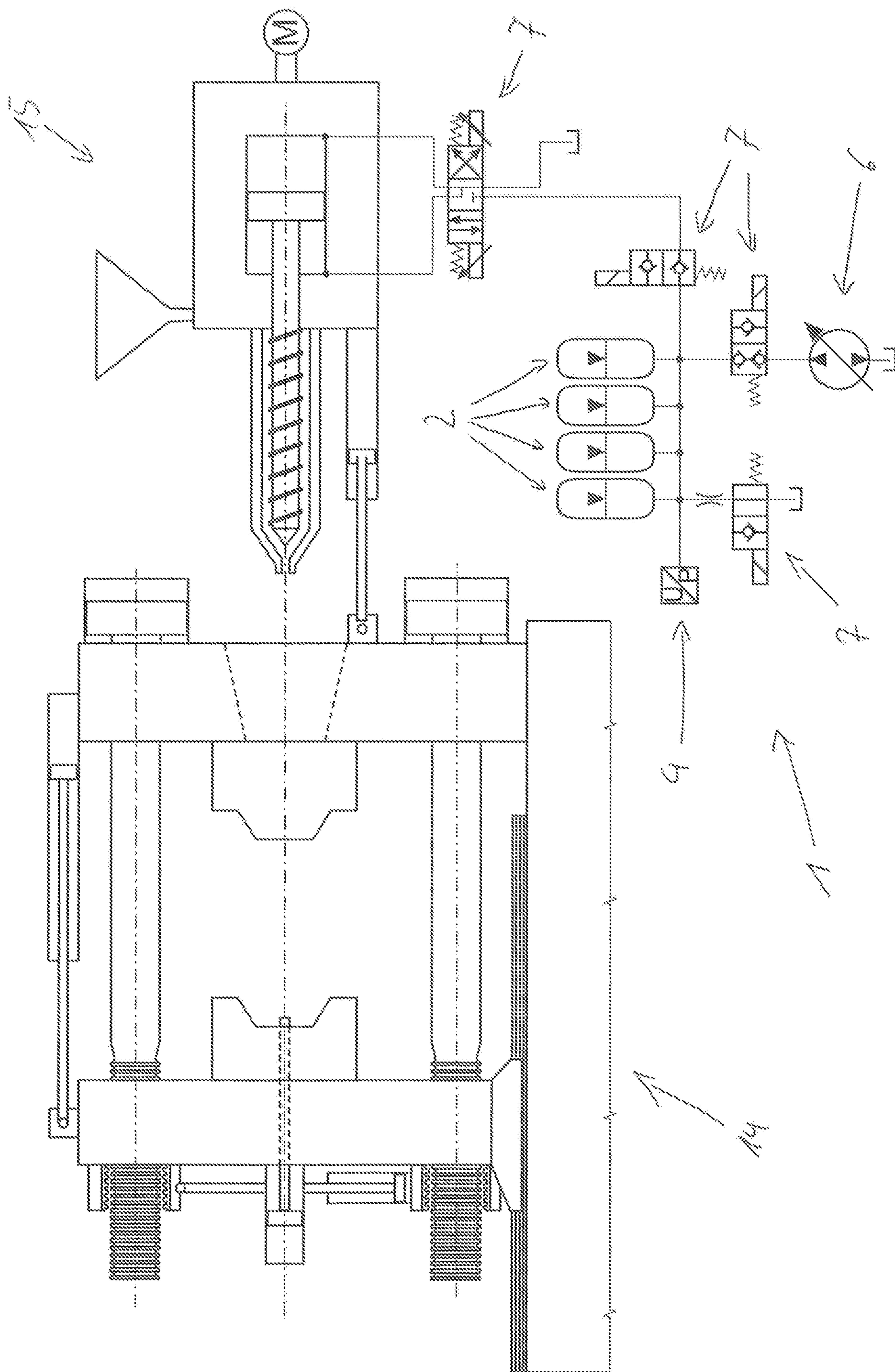


Fig. 7



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F15B 1/033 (2006.01); **F15B 19/00** (2006.01); **B29C 45/82** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F15B 1/033 (2013.01); **F15B 19/005** (2013.01); **B29C 45/82** (2013.01); **F15B 2201/51** (2013.01); **B29C 2045/824** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F15B, B29C

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, FULLTEXT

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 20.03.2019 eingereichten Ansprüchen 1-17 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 3317778 B2 (TOYO MACH & METAL CO LTD) 26. August 2002 (26.08.2002) Fig. 1-3, Zusammenfassung, Absätze [0002], [0012]-[0020]	1-17
X	US 5630316 A (ITSUJI ET AL.) 20. Mai 1997 (20.05.1997) Fig. 1-3, Spalte 2, Zeilen 26-37, Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 4, Zeile 64, Spalte 5, Zeilen 11-13	1-17
X	DE 10143830 A1 (ZF SACHS AG) 27. März 2003 (27.03.2003) Fig. 1-3, Absätze [0013], [0014], [0021], [0022], [0040]- [0049], [0056], [0057]	1-14, 16, 17
X	DE 102007059400 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18. Juni 2009 (18.06.2009) Fig. 1-6b, Zusammenfassung, Absätze [0023], [0037]-[0050], [0056]	1-14, 16, 17
X	DE 102005052640 B3 (HYDAC ELECTRONIC GMBH) 22. Februar 2007 (22.02.2007) Fig. 1, 2, Zusammenfassung, Absätze [0005], [0006] ("Signal"), [0008], [0009], [0015], [0016] ("Spritzgussmaschine"), [0017], [0019]-[0023], Ansprüche 1, 5	1-17
X	DE 112013001599 T5 (CATERPILLAR INC) 31. Dezember 2014 (31.12.2014) Fig. 5, 6, Absätze [0014], [0015], [0017]-[0021], [0023]- [0029], [0032]-[0036], [0042], [0043]	1-14, 16, 17
X	US 2018229414 A1 (SCHULTZ) 16. August 2018 (16.08.2018) Fig. 2, Absätze [0075], [0078]-[0082], [0084], [0085], [0094], [0096], [0099], Ansprüche 8, 9, 14	1-17

Datum der Beendigung der Recherche:

25.05.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

EHRENDORFER Kurt

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:**X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.**Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.**A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.**P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.**E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Geänderte Patentansprüche

1. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit
 - einer Speicherstation umfassend einen Hydraulikspeicher (2) zum Speichern hydraulischer Energie durch Wirkung gegen eine Vorspannung,
 - zumindest einer Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen eines Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher (2) sowie
 - einer Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern (3) und/oder Regeln der Zufuhr und/oder Abfuhr des Druckmediums,wobei die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) zumindest einen mit ihr verbundenen Sensor (4) aufweist und die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, mittels des zumindest einen Sensors (4) eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik des Hydraulikspeichers (2) zu erfassen, auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung des Hydraulikspeichers (2) zu überprüfen und eine Meldung auszugeben, wenn die Vorspannung außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherstation mehrere parallel geschaltete Hydraulikspeicher (2) aufweist und die Steuer- oder Regelvorrichtung dazu eingerichtet ist, auf Basis der erfassten Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung der parallel geschalteten Hydraulikspeicher (2) zu überprüfen, und eine Meldung auszugeben, wenn zumindest einer der Hydraulikspeicher (2) eine außerhalb des vorgegebenen Bereichs liegende Vorspannung hat.
2. Hydrauliksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydrauliksystem ein Hydraulikmedium aufweist, welches vorzugsweise die Rolle des Druckmediums übernimmt.
3. Hydrauliksystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor (4) einen Drucksensor zum Erfassen eines im Hydraulikmedium herrschenden Hydraulikdrucks beinhaltet.
4. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannung durch ein druckbeaufschlagtes, kompressibles Fluid gegeben ist.

5. Hydrauliksystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikspeicher (2) einen ersten volumenveränderlichen Druckbereich (11) für das kompressible Fluid und einen zweiten volumenveränderlichen Druckbereich (12) für das Hydraulikfluid aufweisen, wobei der erste Druckbereich (11) und der zweite Druckbereich (12) so gekoppelt sind, dass eine Volumenveränderung eines Druckbereichs eine entsprechende Volumenveränderung des jeweils anderen Druckbereichs zur Folge hat.
6. Hydrauliksystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Druckbereich (11) und der zweite Druckbereich (12) in einem gemeinsamen Druckbehälter (5) angeordnet sind, wobei der erste Druckbereich (11) vorzugsweise als volumenveränderliche Blase im gemeinsamen Druckbehälter (5) ausgeführt ist und/oder durch eine verformbare Membran vom zweiten Druckbereich (12) abgetrennt ist.
7. Hydrauliksystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das kompressible Fluid ein – vorzugsweise inertes – Gas ist.
8. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erfasste Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik von der Steuer- oder Regelvorrichtung (3) erfasste Werte in zumindest einer der folgenden Formen beinhaltet:
 - einen Zeitparameter und/oder einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter des zugeführten oder abgeführten Druckmediums einerseits und einen Druck des zu den Hydraulikspeichern (2) zugeführten oder abgeführten Druckmediums andererseits,
 - einen Volumenparameter und/oder einen Volumenstromparameter einerseits und einen Zeitparameter andererseits.
9. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Vorrichtung zum Zuführen und/oder Abführen des Druckmediums zum und/oder vom Hydraulikspeicher eine Pumpe (6) und/oder ein Ventil (7) beinhaltet.

10. Hydrauliksystem nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenparameter ein von der Pumpe (6) oder durch ein Ventil (7) gefördertes Volumen und/oder dass der Volumenstromparameter ein von der Pumpe (6) oder durch ein Ventil (7) geförderter Volumenstrom ist.
11. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik eine Vielzahl von Messwerten zu verschiedenen Zeitpunkten zu erfassen, und dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Überprüfung der ausreichenden Vorspannung zu überprüfen, ab welchem Zeitpunkt die Messwerte unter oder über einem vorgegebenen Grenzwert liegen.
12. Hydraulikspeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (3) dazu ausgebildet ist, im Rahmen der Erfassung der Zufuhr- oder Abfuhrcharakteristik – vorzugsweise genau – einen Messwert zu einem vorgegebenen Zeitpunkt zu erfassen.
13. Hydrauliksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Bereich durch einen unteren Grenzwert und/oder einen oberen Grenzwert für die Vorspannung gegeben ist.
14. Formgebungsmaschine mit einem Hydrauliksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
15. Verfahren zum Überprüfen von Vorspannungen von parallel geschalteten Hydraulikspeichern (2) einer Speicherstation, wobei
 - ein Druckmedium zu den Hydraulikspeichern (2) zugeführt wird oder von den Hydraulikspeichern (2) abgeführt wird,
 - eine Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik der Hydraulikspeicher (2) erfasst wird,
 - auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik eine ausreichende Vorspannung der Hydraulikspeicher (2) überprüft wird und

- eine Meldung ausgegeben wird, wenn zumindest eine der Vorspannungen außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

16. Computerprogrammprodukt zum Überprüfen von Vorspannungen von parallel geschalteten Hydraulikspeichern (2) einer Speicherstation umfassend Befehle, die einen Computer bei der Ausführung des Programms zum Durchführen der folgenden Schritte veranlassen:

- Ausgeben eines Ansteuersignals zum Zuführen oder Abführen eines Druckmediums zu oder von den Hydraulikspeichern (2),
- Entgegennehmen eines Signals zumindest eines Sensors (4) zum Erfassen einer Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik der Hydraulikspeicher (2),
- Überprüfen einer ausreichenden Vorspannung der Hydraulikspeicher (2) auf Basis der erfassten Zufuhr- und/oder Abfuhrcharakteristik und
- Ausgeben einer Meldung, wenn zumindest eine der Vorspannungen außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

Innsbruck, am 4. Mai 2020