



(11) **EP 2 631 496 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2013 Patentblatt 2013/35

(51) Int Cl.:
F15B 20/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13156354.6**

(22) Anmeldetag: **22.02.2013**

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

(72) Erfinder:
• **Völzke, David**
89075 Ulm (DE)
• **Diekmann, Raimund**
89143 Blaubeuren (DE)

(30) Priorität: **23.02.2012 DE 102012101459**

(74) Vertreter: **Cremer, Christian**
Cremer & Cremer
Patentanwälte
St.-Barbara-Straße 16
89077 Ulm (DE)

(71) Anmelder: **Zwick GmbH&Co. Kg**
89079 Ulm (DE)

(54) **Fluidische Steuerung, insbesondere pneumatische Steuerung für Prüfmaschinen**

(57) Mit einer fluidischen Steuerung (10,302,402) ist durch Fußschalter jeweils mindestens ein Fluidikzylinder (304,404,310,410), z. B. eines Probenhalters, oder ein Aktuator einer Prüfmaschine in einem Tippbetrieb verfahrbar, indem eine fluidische Druckverbindung auf eine Seite eines Kolbens (308,309) in dem Fluidikzylinder durch ein Ventil (114,214,314,414,115,315,415), das wenigstens zwei Stellungen umfasst, hergestellt wird. Ein Zweistellungswechselventil (112,312,412,113,313,413) der Steuerung dient dazu, in einer vorgegebenen Stellung des Ventils bzw. des Fußschalters selbsttätig durch die Steuereinheit einen zweiten Zustand einzunehmen, in dem ein fluidisch betätigtes Hauptdruckfreischaltventil (124,324,424,125,325) das Zweistellungswechselventil in einen Hauptdruckbetrieb schaltet, sodass der Fluidikzylinder mit einem höheren Druck gehalten ist. In einer weiteren Position des Fußschalters wird ein Entlastungsventil (122, 322, 422, 123, 323, 423; 114, 314, 414, 115, 315, 415) betätigt, das den Hauptdruck zum Halten freigibt und unter Nutzung eines Drucks, der größer oder gleich dem Hauptdruck ist, den Fluidikzylinder schnell zurückfährt.

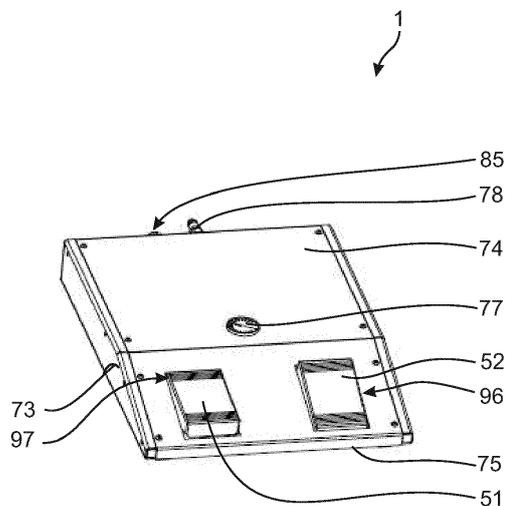


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine durch eine Betätigungsperson zu betätigende Steuereinheit, die insbesondere als Fußsteuereinheit die Betätigung eines Fluidikzylinders, insbesondere eines pneumatischen Linearzylinders, in unterschiedlichen Betriebsweisen entweder bewegbar zur Veränderung eines Schließgrades oder statisch haltbar zur Beibehaltung eines Schließgrades zulässt, ein Steuerungsverfahren mit einem Ventil und einem entsprechenden Fluidikzylinder und eine Steuerung, von der ein Teil ein Fußschalter ist, insbesondere nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 14.

Stand der Technik

[0002] Fluidische Steuerungen für sich bewegende Maschinenteile, insbesondere im Bereich der Werkstoffprüfung, bergen latent ein Gefahrenpotential. Anders als bei Werkzeug- und Produktionsmaschinen, z. B. bei pneumatischen und hydraulischen Pressen, müssen Maschinen für die Werkstoffprüfung während größerer Prüfserien, z. B. zur Untersuchung einer Reihe von gleichartigen Materialproben, einen zugänglichen Prüfraum aufweisen. Eine Maschinenbetätigung erst nach einer Freigabe durch Sicherheitssensoren wie Lichtschranken, die einen Eingriff in den Prüfraum messen, ist kein gangbarer Weg für Materialprüfmaschinen.

[0003] Werden die Materialprüfmaschinen betätigt, so kann es zu Unfällen kommen, weil ein Bediener oder sonstiger Mitarbeiter in den Prüfraum hineinreicht, obwohl die Probenhalter, eine Fahrtraverse oder eine Spannvorrichtung bewegt werden.

[0004] Das Gefahrenpotential ist den meisten Bedienern von solchen Materialprüfmaschinen, z. B. von Universalprüfmaschinen, grundsätzlich hinlänglich bekannt. Trotzdem ist häufig im Laufe der Zeit eine gewisse Nachlässigkeit mit der eigenen Sicherheit festzustellen. Eine Form, doch noch sicherheitsrelevantes Verhalten zu zeigen, liegt darin, die Prüfposition der beweglichen Teile der Materialprüfmaschinen schrittchenweise anzufahren, was auch als Tippbetrieb bezeichnet wird.

[0005] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn gewisse Sicherheitsfunktionen in der fluidischen Steuerung integriert sind. Als Fluid wird häufig Luft unter Druck verwendet; viele Maschinen, z. B. Materialprüfmaschinen und Bauteilprüfmaschinen, lassen sich pneumatisch betreiben.

[0006] Die DD 247 198 A5 (Patentinhaberin: Institutul de Cercetare Stüntifica; Prioritätstag: 15.05.1985) zeigt eine pneumatische Steuerung für Hebewerkzeuge, bei der die in der Pneumatikschaltung berücksichtigte Sicherheitsfunktion darin zu sehen ist, dass ein Überdruckablassventil vor einem Arbeitszylinder angeordnet ist. Die einzelnen Schaltfunktionen lassen sich durch ein mechanisch zu betätigendes Mehrstellventil auswählen. Ein sanfter Übergang von einer Schaltfunktion auf die nächste scheint nicht möglich zu sein. Auch dürften die implementierten Sicherheitsfunktionen als recht rudimentär anzusehen sein.

[0007] In der DE 28 39 341 B2 (Anmelderin: Daimler-Benz AG; Anmeldetag: 09.09.1978) wird ein pneumatisches Flip-Flop beschrieben, das bis zu einem Druck von 8 bar funktionsfähig bleiben soll. Zum einen wird in der DE 28 39 341 B2 vorgeschlagen, durch entsprechende Rückkopplungen ein Flattern bzw. ein Schwingen des Flip-Flops zu unterbinden. Zum anderen schlägt die DE 28 39 341 B2 vor, zusätzlich eine Zweihand-Steuerschaltung vorzusehen, um eine zusätzliche Sicherheitsvorkehrung für das Bedienpersonal zu erzielen. Ein Umschalten erfolgt erst, wenn die Bedienperson so lange die beiden Tasten gedrückt hält, bis der Spannvorgang beendet und der Staudruck im Öffner des Arbeitszylinders abgebaut ist. Hierbei bleibt nach Wegfall des Druckimpulses am Eingang des Flip-Flops die Spannvorrichtung geschlossen, bis sie durch erneutes Betätigen der beiden Tasten des Impulsgebers gelöst wird.

[0008] Die DE 89 09 061 U1 (Anmelder: Assmus, M.; Anmeldetag: 26.07.1989) transportiert zwar die pneumatischen früheren Erkenntnisse auf hydraulische Schaltungen, sie bleibt aber selbst noch ein Jahrzehnt später in der gleichen Gedankenwelt wie die DE 28 39 341 B2 in Bezug auf die Schaffung von Sicherheitsfunktionen verhaftet. Die DE 89 09 061 U1 schlägt als wesentliche Sicherheitsmaßnahme vor, einen zusätzlichen Hebel an dem ersten Ventil anzuordnen. Wird der Hebel von dem ersten Ventil bewegt, fließt erst der Druck über ein Wechselventil und über ein weiteres Ventil zurück zu dem Tank.

[0009] Ein weiteres Prinzip der Sicherheitssteigerung bei mit Kolben betriebenen Bewegungsarmen besteht darin, mit Endanschlagssensorik das Erreichen der End- bzw. Extrempositionen des Kolbens zu überwachen. Sowohl die DE 20 2006 002 727 U1 (Inhaberin: Festo AG & Co.; Anmeldetag: 21.02.2006) wie auch die WO 02/014 698 A1 (Anmelderin: Parker Hannifin AB; Prioritätstag: 15.08.2000) zeigen pneumatische Schaltungen für Werkzeugmaschinen wie Krustenbrecher. Die Endlagen werden durch gesonderte Ansprechmittel, d. h. also durch Sensoren, ermittelt. Dadurch werden Ventile betätigt. Obwohl Werkzeugmaschinen wie Krustenbrecher in rauen Umgebungen eingesetzt werden, sieht auch die WO 02/014 698 A1 keine Möglichkeit vor, auf die Endanschlagssensorventile zu verzichten, obwohl ein als Oderglied eingesetztes Zweistellungswechselventil zu einem gewissen Automatisierungsgrad des Steuerventils (siehe Figur 4 der WO 02/014 698 A1) beitragen soll.

[0010] In dem gleichen Anwendungsgebiet des Krustenbrechens bewegt sich die Darstellung der DE 299 10 803 U1

(Inhaberin: VAW Aluminium-Technologie GmbH; Anmeldetag: 21.06.1999). Auch in der in dieser Druckschrift offenbarten Pneumatikschaltung werden zwei Endschalter vorgesehen. Befindet sich eine Kolbenstange bzw. eine Zylinderstange eines doppelt wirkenden Pneumatikzylinders in einer Startposition, ist der erste Endschalter in eine zweite Schaltstellung übergeführt. Ein Sperrventil ist in diesem Fall derart mit einer Druckluftquelle verbunden, dass das Sperrventil in seine zweite Schaltstellung übergeführt wird. Zur Betätigung eines Arbeitsventils ist darüber hinaus ein zweiter Endschalter vorgesehen. Es sollen einige, häufige Störungsfälle in den Bewegungsvorgängen des Krustenbrechers überwacht werden, sodass sie sich nach Feststellen der Störung beseitigen lassen.

[0011] Die DE 10 2007 041 583 A1 (Anmelderin: Festo AG & Co. KG; Anmeldetag: 01.09.2007) erkennt ebenfalls die Schwierigkeit solcher Endanschlagssensoren und schlägt vor, durch die Verwendung von zwei Wechselventilen, z. B. Zweistellungswchselventilen, die die Funktion von Oder-Gliedern übernehmen sollen, auf die Endanschlagssensoren verzichten zu können, und trotzdem einen gewissen Grad einer Sicherheit in der Steuereinheit für einen Arbeitszylinder anbieten zu können.

[0012] Ähnlich schlägt die DE 101 61 703 B4 (Patentinhaberin: Festo AG & Co. KG; Anmeldetag: 15.12.2001) vor, ein Wechselventil als Stichleitungsverbindung an den beiden Beaufschlagungskanälen für die Arbeitskammern eines Pneumatikzylinders vorzusehen, um ein unkontrolliertes Bewegen des Antriebskolbens des Pneumatikzylinders bei der Entlüftung zu unterbinden.

[0013] Wie anhand des Standes der Technik festzuhalten ist, werden zahlreiche Sicherheitsfunktionen in fluidischen Schaltungen, insbesondere in pneumatischen Schaltungen, von Steuereinheiten, die insbesondere wegen des speziellen Anwendungsgebietes der jeweiligen Schaltung erforderlich erscheinen, durch spezielle Sensoren, spezielle sensorartige Ventillieder oder durch Zweistellungswchselventile realisiert.

[0014] Zur Bedienung solcher Schaltungen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten.

[0015] Die DE 2 158 700 A (Anmelderin: Festo-Maschinenfabrik Gottlieb Stoll; Anmeldetag: 26.11.1971) schlägt vor, mit zwei Handventilen die Bedienung einer Steuerung durchzuführen.

[0016] Die WO 02/058 979 A2 (Anmelderin: BENDIX COMMERCIAL VEHICLE SYSTEMS LLC; Prioritätstag: 04.12.200) beschreibt eine weitere Schnittstelle, nämlich einen Fußschalter für die Betätigung. Solche Fußschalter lassen sich von vielen Herstellern beschaffen.

[0017] Die elektronische Verarbeitung von Signalen elektronischer Sensorik in Steuereinheiten kann zu zahlreichen Problemen führen. Solche Sensorik kann unbefriedigende Ergebnisse beim Betrieb der Steuereinheit verursachen. Z. B. werden Endpositionen von Spannbacken oft nur ungenau oder bei Verwendung stationärer Schalter zur Erkennung der Endpositionen mitunter gar nicht erkannt. Elektronische Komponenten erfordern zusätzlich elektronische Prozessoren mit dazugehöriger Steuerungslogik, die in Hardware oder Software auszuführen ist, sowie Kabel und zudem oft teure Redundanzlösungen, um einen geforderten Grad an Betriebssicherheit zu verwirklichen bzw. einzuhalten. Anspruchsvolle Umgebungsbedingungen, z. B. hinsichtlich Staub oder Feuchtigkeit, können große Einschränkungen in der Verwendbarkeit einer elektronikbasierten Steuerung ergeben und mit Blick auf vorzuhaltende IP-Schutzklassen einen größeren Aufwand bei der Gestaltung des Gehäuses erforderlich machen. Sensorik, die Druck oder Durchflüsse erfasst, erweist sich oft als zu ungenau, weil der Fluiddruck funktionsbedingt schwanken kann und Durchflüsse insbesondere in der Pneumatik stark von einem jeweils angeschlossenen Probenhalter abhängen können. Die tatsächlich vorhandenen Kräfte in der Materialprüfmaschine, die aus sicherheitsrelevanten Überlegungen zu beobachten sind, können aus den Messwerten von Fluidparametern nur indirekt ermittelt werden. Die erhaltenen Informationen bezüglich Durchfluss und Endposition geben oft nur unzureichend Auskunft über tatsächliche, mechanische Verhältnisse und können zu hohen Ungenauigkeiten elektronischer Steuereinheiten führen. Nicht zuletzt bedeuten elektronische Bauteile und Kabel in einer Steuereinheit auch weitere Kosten, die als weitere Ursache neben den aus der Bauteilverwendung stammenden Risiken für die Funktionssicherheit und als Unfallquelle für die Bediener der Steuereinheit nachteilig hinzukommen.

Aufgabenstellung

[0018] Für den sicheren Betrieb einer Prüfmaschine, insbesondere einer modular aufgebauten Materialprüfmaschine, ist eine Steuereinheit erforderlich, die einfach zu installieren ist. Die Steuerung soll so bedient werden können, dass eine Gefährdung des Personals, welches z. B. einen Prüfling in der Prüfmaschine wechselt, so gering wie möglich ist, weil das Personal seine volle Aufmerksamkeit den erforderlichen Bedienungshandgriffen zuwenden kann. Die Steuereinheit soll nach weiteren Aspekten auch eine Reproduzierbarkeit der Prüflingsmessungen mit der Prüfmaschine verbessern, sowie insbesondere die Standzeiten der Prüfmaschine durch Prüflingswechsel verkürzen.

Erfindungsbeschreibung

[0019] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Steuereinheit nach Anspruch 1 gelöst, ein geeignetes Steuerungsverfahren lässt sich Anspruch 14 entnehmen. Vorteilhafte Weiterbildungen lassen sich den abhängigen Ansprüchen

entnehmen.

[0020] Wenn nachfolgend von einem Zweistellungsventil gesprochen wird, so ist damit gemeint, dass ein Ventil, das nur zwei dezidierte Stellungen aufweist, als besonders vorteilhaftes Ventil anzusehen ist, weil es aufgrund der verringerten Anzahl Schaltpositionen als besonders einfach realisiert anzusehen ist. An Stelle des Zweistellungsventils können natürlich auch Ventile mit mehr als zwei Stellungen an den entsprechenden Stellen in der Fluidikschaltung verwendet werden. Vorrangig geht es darum, ob die näher beschriebenen und untersuchten Zustände und Schaltstellungen tatsächlich in einem eingesetzten Ventil vorzufinden sind. So können die nachfolgend diskutierten Schaltstellungen z. B. die beiden Extremstellungen eines Ventils sein, zwischen denen sich noch weitere Stellungen und Schaltpositionen befinden.

[0021] Eine fluidische Steuereinheit kann als pneumatische Steuereinheit ausgebildet sein, die z. B. an einer mit Luftdruck aktuierten Werkstoffprüfmaschine einsetzbar ist. Wenn die Werkstoffprüfmaschine ein Hydrauliksystem aufweist, so kann die erfindungsgemäße fluidische Steuereinheit mit Komponenten ausgestattet sein, die sich für das jeweils verwendete Hydraulikmittel, wie z. B. ein Hydrauliköl, eignen. Eine hydraulische Steuereinheit ist mit einer hydraulischen Druckquelle verbindbar. Eine pneumatische Steuereinheit, die z. B. mit Luftdruck oder mit Inertgasdruck betreibbar ist, kann an einen Kompressor oder eine Druckgasflasche angeschlossen werden und mit einem geeigneten Druck, z. B. ein Druck von weniger als 200 bar, eingangsseitig versorgt werden. Fluidische Steuereinheiten können für einen weiten Druckbereich, insbesondere einen eingangsseitigen Druckbereich, konzipiert sein. Ein einnehmbarer Maximalwert eines Drucks ist vorzugsweise mit einer Stellschraube z. B. in einem Druckminderer, der in die Fluidzuleitung eingesetzt ist, einstellbar. Günstige Betriebsdrücke der Steuerung lassen sich aus Maschinenparametern von Werkstoffprüfmaschinen berechnen bzw. extrapolieren. Fluidische Steuereinheiten können auch für Materialprüfmaschinen oder Bauteilprüfmaschinen verwendet werden. Fluidische Steuereinheiten eignen sich insbesondere für Prüfmaschinen, die einen Aktuator, vorzugsweise für die Halterung eines Prüfkörpers, aufweisen. Prüfkörper müssen oft in Prüfmaschinen präzise angeordnet werden, wozu der Prüfkörper manuell oder mit einem Werkzeug in den Prüfbereich der Prüfmaschine einzuführen ist. Der Prüfkörper ist häufig axial auszurichten. Hierbei ist die Halterung des Prüfkörpers möglichst genau anzufahren.

[0022] Tätigkeiten an der Prüfmaschine können insbesondere mit großer Umsicht, Konzentration und Genauigkeit ausgeführt werden, wenn die Hände des Bedienpersonals nicht mit Routinehandgriffen an Bedienelementen beansprucht sind. Mit einer fluidischen Fußsteuereinheit bleiben die Hände des Bedienpersonals, z. B. einer Betätigungsperson, frei, z. B. für Servicetätigkeiten an einer Prüfmaschine. Häufig werden Versuche an Prüfkörpern durch mehrere Personen als Bedienpersonal durchgeführt, von denen einer die Betätigungsperson ist. Eine Fußsteuereinheit weist Trittfelder auf, an denen jeweils mit einer Fußstellung ein Signal, wie ein Bediensignal, in die Steuereinheit eingebracht werden kann. Als Bediensignale können auch durch den Fuß, z. B. mit dem Fußballen, aufgebrachte Kräfte umgewandelt werden. So lässt sich mithilfe einer Bedienkraft eine Betätigung umsetzen, in einem solchen Fall wirkt die Kraft als Bediensignal. Ein Bediensignal wirkt als Steuersignal. Eine Fußsteuereinheit kann mehrere Trittflächen aufweisen, die jeweils eine Kraft in eine Bewegung oder eine Hebelstellung umsetzen. Vorzugsweise erfolgt die Kraftumsetzung ohne elektronische Sensorik, allerdings können auch Kraftmessdosen bzw. Druckmessdosen, insbesondere als elektronische Signalwandler, in der Steuerung vorhanden sein und eingesetzt werden. Die Fußsteuereinheit bzw. ein Trittfeld der Fußsteuereinheit steht vorzugsweise in einer mechanischen, Kraft vermittelnden Verbindung zu einem Betätigungselement. Eine Betätigungsstellung der fluidischen Steuereinheit wird durch das Betätigungselement mindestens einem Fluidikzylinder zugeführt. Der Fluidikzylinder ist vorzugsweise operativ mit der Werkstoffprüfmaschine verbunden bzw. stellt einen Teil der Werkstoffprüfmaschine dar. Wenigstens ein Fluidikzylinder ist durch die fluidische Steuereinheit verfahrbar. Bei einigen Werkstoffprüfmaschinen sind Prüfkörper in einer ersten und/oder in einer zweiten Dimension in eine Fixierstellung verbringbar. Ein Prüfkörper kann zumindest an einer ersten Stelle, vorzugsweise auch an einer zweiten Stelle befestigt werden. Die Halterung des Prüfkörpers ist mit einer fluidischen Steuereinheit feststellbar. Das Verfahren und das Feststellen stellen in einer Betrachtungsweise zwei Funktionszustände einer fluidischen Steuereinheit dar. Vorzugsweise werden von der fluidischen Steuereinheit zwei Fluidikzylinder, ein erster Fluidikzylinder und ein zweiter Fluidikzylinder, betätigt. Ein erster Fluidikzylinder kann einer ersten Funktion, wie der Halterung eines ersten Prüfkörpers, zugeordnet sein und ein zweiter Fluidikzylinder kann einer zweiten Funktion, wie der Anordnung z. B. eines zweiten Prüfkörpers, zugeordnet sein. In einer alternativen Anordnung können die beiden Fluidikzylinder die beiden Enden eines Prüfkörpers einspannen. Fluidikzylinder werden vorzugsweise unabhängig voneinander, insbesondere jeweils mit einem Trittfeld, angesteuert. Es ist allerdings auch möglich, mindestens zwei Fluidikzylinder synchron zueinander mit einer fluidischen Steuereinheit zu verfahren. Die Fluidikzylinder sind mittels eines anzulegenden Drucks eines Fluids insbesondere bidirektional verfahrbar. Dabei können Komponenten der Prüfmaschine, auf die der Fluidikzylinder einwirkt, wie ein Schlitten oder eine Spannbacke, verlagert werden.

[0023] Die Steuereinheit bietet mindestens zwei Zustände für den Betrieb eines Fluidikzylinders an. Ein erster Fluidikzylinder und ein zweiter Fluidikzylinder können, insbesondere jeweils unabhängig voneinander, mindestens zwei Zustände, die durch die Steuereinheit vorgegeben sind, einnehmen. Der Fluidikzylinder ist zur Einstellung des jeweiligen Zustands verfahrbar ausgebildet. Durch das Verfahren eines Fluidikzylinders wird eine Längserstreckung des Fluidik-

zylinders vergrößert oder verkleinert.

[0024] Das Verfahren des Fluidikzylinders erfolgt in einem Verfahrintervall, insbesondere in einem Tippbetrieb. Ein Tippbetrieb ist ein Zustand der Steuereinheit, in dem ein Fluidikzylinder von einer ersten Stellung, die einer ersten Längserstreckung entspricht, zu einer zweiten Stellung, die einer zweiten Längserstreckung entspricht, verfahrbar ist. Die erste Stellung und/oder die zweite Stellung können Extremstellungen sein, denen jeweils ein Anschlagfläche zugeordnet ist. Es wird eine Stellung eingenommen, die der Steuereinheit durch eine Betätigungsperson angezeigt ist. In einem Zustand der Steuerung kann ein Fluidikzylinder in eine Richtung verfahren werden. In einem weiteren Zustand der Steuerung kann der Fluidikzylinder in eine Richtung verfahren werden, die einer ersten Verfahrrichtung entgegenweist. Ein Fluidikzylinder ist im Tippbetrieb wechselweise in jeweils eine Richtung verfahrbar, beispielsweise über eine Wegstrecke, die einem Probenhalter zugeordnet ist. Ein Probenkörper kann mit Hilfe der Steuereinheit in einen Sitz des Probenhalters eingepasst werden. Im Tippbetrieb ist vorzugsweise eine Vorwärtsrichtung in eine Rückwärtsrichtung, insbesondere in jeder Stellung der Fußsteuerung, umschaltbar. Die Vorwärtsrichtung kann auch als eine Aufwärtsrichtung bzw. die Rückwärtsrichtung als eine Abwärtsrichtung verstanden werden. Eine Richtung, in der der Fluidikzylinder betätigbar ist, kann insbesondere an die Bauform oder auch die Funktion der Prüfmaschine angepasst sein.

[0025] In einem zweiten Zustand bietet die fluidische Steuereinheit dem Fluidikzylinder einen Hauptdruckbetrieb an. Im Hauptdruckbetrieb wird dem Fluidikzylinder vorzugsweise ein maximal einnehmbarer Druck aus der fluidischen Steuereinheit zugeführt. Der Maximaldruck ist einstellbar, er wird allerdings im Hauptdruckbetrieb in der Regel nicht mehr geändert. Beim Übergang in den Hauptdruckbetrieb kann sich ein Spanndruck im Fluidikzylinder weiter aufbauen, der beispielsweise einen Prüfkörper fixiert. Ein Probenhalter wird gespannt und in diesem Zustand gehalten. Der Hauptdruck kann weiterhin dazu verwendet werden, den Fluidikzylinder mit einer höheren Geschwindigkeit zu verfahren als dies im Tippbetrieb möglich wäre. Die Translation mit der höheren Geschwindigkeit, die dem Hauptdruck entspricht, ist allerdings in einer vorteilhaften Ausgestaltung ausschließlich in der Öffnungsrichtung möglich, in der der Fluidikzylinder eine Öffnungsstellung einnimmt, also der Stellung, in der kein Spanndruck anlegbar ist. Das Verfahren des Fluidikzylinders im Hauptdruckbetrieb ist nur in eine Richtung, wie der Rückwärtsrichtung, möglich. Ein Verfahren in eine dazu entgegengesetzte Richtung, wie der Vorwärtsrichtung, die auch als Schließrichtung bezeichnet werden kann, ist in der Steuereinheit mit der, dem Hauptdruck entsprechenden, höheren Geschwindigkeit in einer solchen Ausgestaltung unmöglich und kann auch nicht unbeabsichtigt, z. B. durch fehlerhaftes Bedienen, durchgeführt werden. Damit werden die Sicherheit der Steuerung und der Schutz des betätigenden Bedieners weiter erhöht. Das Verfahren des Fluidikzylinders in die Rückzugslagenposition führt dazu, dass der Hauptdruckbetrieb beendet wird. Automatisch wird die Steuerung vorbereitet, wieder einen Tippbetrieb einzunehmen. Wenn sich die Steuereinheit in einem Tippbetrieb befindet, so ist auch ein Wechsel aus einem ersten in einen zweiten Zustand, insbesondere in einen Hauptdruckbetrieb, möglich. Der Wechsel in den Hauptdruckbetrieb erfolgt selbsttätig durch die Steuereinheit, d. h. eine Betätigungsperson oder ein zur Betätigung veranlagter Roboter kann diesen Wechsel nur über eine Ausführung des Tippbetriebs veranlassen. Die Steuereinheit vollzieht selbsttätig, vorzugsweise in Abhängigkeit von Druckverhältnissen in Zuleitungen der Steuereinheit, wenn der Zustandswechsel von dem Tippbetrieb in den Hauptdruckbetrieb stattfindet. Eine informative Signalisierung von Zustandswechseln erfolgt vorzugsweise akustisch. Ein akustisches Signal, wie das Zischen eines Ventils, zeigt an, wenn der Tippbetrieb automatisch verlassen wird. Die Betätigungsperson kann so den Zustand der Steuereinheit nachvollziehen, ohne weitere Maßnahmen zur Zustandsänderung bewirken zu müssen. Die Betätigungsperson kann die Steuereinheit sich selbst überlassen, ohne dass eine Zustandsänderung erfolgt.

[0026] Ein Fluidikzylinder kann auch als eine Aktuatereinheit verstanden werden, die einen Hohlkörper und einen zumindest segmentweise darin angeordneten, insbesondere abgedichtet darin beweglichen Stempel oder Kolben, umfasst. Ein Aktuator kann einen oder eine Mehrzahl von Fluidikzylindern umfassen. Stempel und Hohlkörper können prinzipiell auch von einer Zylinderform abweichen, um einen Bauraum für die Aktuatereinheit günstig auszunutzen. Eine noch bessere Abdichtung wird aber mit einem zylinderartigen Fluidikhohlkörper, der insbesondere entlang einer Erstreckungsrichtung eine Krümmung, also eine gekrümmte Oberfläche aufweist, wie einem Fluidikzylinder erreicht. In dem Fluidikzylinder, zumindest in einem Bereich des Fluidikzylinders befindet sich ein formangepasster Kolben. Fluidikzylinder und Kolben sind Komponenten einer Aktuatereinheit. In dem Hohlkörper bzw. Fluidikzylinder wird durch den Stempel bzw. den Kolben ein erster Volumenbereich von mindestens einem zweiten Volumenbereich abgegrenzt. Die Volumenbereiche sind geschlossen und können auch als Kammern bezeichnet werden. Durch mindestens einen Anschluss kann ein Fluid in den Hohlkörper des Fluidikzylinders eingebracht werden. Zahlreiche Aspekte der verschiedenen Ausführungsformen, die im Folgenden für Fluidikzylinder und Kolben diskutiert sind, können entsprechend auch für Anordnungen, die Stempel und Hohlkörper umfassen, verstanden werden. Je nach Bauraumnutzung lassen sich klassische Fluidikzylinder oder sonstige Hohlkörper mit Stempeln als Aktuator einsetzen.

[0027] Jedem Volumenbereich im Fluidikzylinder ist ein Anschluss zugeordnet. Auf einer ersten Seite des Kolbens und auf einer zweiten Seite des Kolbens kann jeweils ein Fluid eine Kraft aufbringen, wobei vorzugsweise nur auf einer Seite Fluid zugeführt wird, und von der jeweils anderen Seite Fluid abströmt. Der Druck, insbesondere des zugeführten Fluids, wirkt auf die jeweilige Seite des Kolbens. Ein Fluidruck im ersten Volumenbereich bewegt den Kolben in Richtung des zweiten Volumenbereichs, sodass sich der zweite Volumenbereich verkleinert. Durch die Verteilung des Fluids in

dem Fluidikzylinder wird der erste Volumenbereich des Fluidikzylinders vergrößert. In analoger Weise kann durch die Zufuhr eines Fluids durch einen zweiten Anschluss in einen zweiten Volumenbereich des Fluidikzylinders der zweite Volumenbereich vergrößert und der erste Volumenbereich verkleinert werden. Der Kolben bewegt sich aufgrund des Druckunterschieds zwischen dem ersten Volumenbereich und dem zweiten Volumenbereich in Übereinstimmung mit einem Druckgefälle. Der Aktuator kann wie eine Stelleinheit präzise und kontinuierlich in eine Position gebracht werden.

[0028] Ein erstes Ventil mit mehreren, wenigstens zwei, Stellungen kann wechselweise eine Druckseite, die einer Druckquelle zugeordnet ist, mit dem ersten oder dem zweiten Anschluss des Fluidikzylinders in Verbindung setzen. In der ersten Stellung des Ventils kann Fluid dem ersten Anschluss zugeführt werden. In der zweiten Stellung des Ventils kann Fluid dem zweiten Anschluss zugeführt werden. Die Verbindungen für die Zuführung von Fluid werden durch druckfeste Rohrleitungen gebildet, welche vorzugsweise einen Leitungsquerschnitt aufweisen, der größer oder gleich einem Durchflussquerschnitt eines angeschlossenen Ventils ist. Die Verbindung des wenigstens zwei Stellungen umfassenden Ventils und der einen Seite, vorzugsweise der zweiten Seite des Fluidikzylinders, die von der zweiten Seite des Kolbens abgeschlossen ist, führt durch ein Zweistellungswechselventil. Das Zweistellungswechselventil ist in mindestens einer der Verbindungen angeordnet. In einer Stellung des Zweistellungswechselventils ist der Durchfluss von Fluid durch diese Verbindung unterbrochen. In einer zweiten Stellung des Zweistellungswechselventils kann ein Zufluss von Fluid aus einem Leitungsanschluss in die Verbindungsleitung zum ersten Fluidikzylinder freigeschaltet werden. In der zweiten Stellung des Zweistellungswechselventils ist dem Fluidikzylinder ein Fluid mit einem zweiten, insbesondere im Vergleich zu dem Druck im ersten Ventil höheren, Druck zuführbar. Der zweite Druck wird auch als Hauptdruck bezeichnet. Die Zufuhr des Hauptdrucks mittels Fluid in das Zweistellungswechselventil und weiter in den Fluidikzylinder ist durch ein der Verbindungsleitung vorgeschaltetes Hauptdruckfreischaltventil zum Zweistellungswechselventil freigebbar.

[0029] Der Hauptdruck ist nach einem Aspekt immer kleiner oder zumindest gleich bzw. nicht größer als der Quelldruck, der aus einer Fluiddruckquelle zuführbar ist. Allerdings ist der Quelldruck auch über ein Druckregulierventil anpassbar, sodass in einer Steuerung ein Fluidruck Verwendung finden kann, der dem Quelldruck entspricht, und - in einer alternativen Einstellung des Druckregulierventils - ein Fluidruck, der kleiner als der Quelldruck ist, wie ein Zwischendruck, der insbesondere kleiner als der Hauptdruck ist. Der Durchflussquerschnitt von Fluidleitungen soll grundsätzlich hinreichend groß gewählt sein, um einen Druckabfall über die Erstreckung der Verbindungsleitung außer Betracht lassen zu können. Allerdings kann auch ein Fluidleitungsquerschnitt als eine Drossel Verwendung finden. In einer möglichen Ausgestaltung sind ein, zwei oder noch mehr Drosseln in den Zuleitungen eingebaut. In einer alternativen Ausgestaltung können die Drosseln auch durch Fluidleitungsquerschnitte realisiert sein.

[0030] Ein Freischaltventil weist nach einem Aspekt eine Stellung auf, in der ein erster Druckbereich von einem zweiten Druckbereich eines Fluids separiert ist, sodass ein Druck in dem ersten Druckbereich zumindest von einer Druckänderung in dem zweiten Druckbereich unabhängig ist, und vorzugsweise in einem der Druckbereiche in einem Schaltzustand ein Druck anliegt, der dem Atmosphärendruck von 1 bar entspricht. Ein Freischaltventil in der Gestalt eines Zweistellungsventils weist neben der Freischaltstellung eine zweite Stellung auf, die auch als Durchschaltstellung bezeichnet werden kann. In einer Durchschaltstellung eines Freischaltventils ist eine eingangsseitige Fluidleitung, die Fluid dem Ventil zuführt, mit einer ausgangsseitigen Fluidleitung, die Fluid von dem Ventil abführt, für den freien Fluiddurchfluss verbunden.

[0031] Das Hauptdruckfreischaltventil ist vorzugsweise ein Zweistellungsventil, das sich in einer Zuleitung für Fluid befindet. Das Hauptdruckfreischaltventil ist weiterhin fluidisch betätigbar. Die fluidische Betätigung des Hauptdruckfreischaltventils erfolgt durch einen Fluiddruck, der an einem Betätigungsmechanismus des Hauptdruckfreischaltventils anliegt. Es existiert keine Durchleitungsverbindung für ein Fluid in einem Zweistellungsventil zwischen dem Betätigungsmechanismus des Ventils und den Stellungen des Ventils. Ein Betätigungsmechanismus setzt zumindest eine erste oder eine zweite Stellung eines Ventils, insbesondere ohne Fluid aus der fluidischen Betätigung in eine Durchschaltstellung des Ventils einzuleiten. Die fluidische Betätigung, genauer der Fluiddruck für die fluidische Betätigung arbeitet gegen eine Rückstellkraft einer Ventilfeeder. Der Betätigungsmechanismus, der auch als Freischaltmechanismus bezeichnet werden kann, umfasst insbesondere eine Feder, deren Federkraft auf einen Freischaltpunkt für einen anliegenden Mindestdruck eines Fluids abgestimmt ist. Ein derartiges Zweistellungsventil kann vorteilhaft auch in anderen Bereichen einer erfindungsgemäßen Steuereinheit eingebaut sein, weil es sich für automatische Betätigungen eignet.

[0032] Eine Betätigung des Hauptdruckfreischaltventils schaltet den Hauptdruck zur Weiterleitung in das Zweistellungswechselventil frei, sodass ein unter Hauptdruck stehendes Fluid in eine Kammer des Fluidikzylinders gelangt, und der Hauptdruck auf eine Seite des Kolbens wirkt. Die fluidische Betätigung des Hauptdruckfreischaltventils kann auch als Steuerdruck oder Gegendruck bezeichnet werden. Der Steuerdruck kann durch ein Vorsteuerventil kontrolliert angelegt werden. Das Vorsteuerventil ist vorzugsweise ein Zweistellungsventil. Das Vorsteuerventil befindet sich in einer federbetätigten Stellung, vorzugsweise in einer Durchschaltstellung, die auch als Standardstellung bezeichnet werden kann. Die Betätigung des Hauptdruckfreischaltventils ist vorzugsweise durch eine fluidisch beaufschlagte Leitungsverbindung, die auf einen Ventilkolben als Betätigungsmechanismus des Hauptdruckfreischaltventils einwirkt, ausübbar. Eine Betätigung des Hauptdruckfreischaltventils kann auch automatisch von einem Vorsteuerventil ausgeübt werden.

Das Vorsteuerventil kann insbesondere das Durchschalten eines Steuerdrucks über das Hauptdruckfreischaltventil unterbrechen, indem das Hauptdruckfreischaltventil federbetätigt einen geschlossenen Zustand einnimmt. Automatisch erfolgt eine Druckbetätigung, also keine manuelle oder elektromagnetische Betätigung eines Freischaltventils oder eines Vorsteuerventils. Die Betätigung des Vorsteuerventils ist z. B. von einem Fluiddruck ausübbar, der auf eine erste Seite eines Kolbens oder auf einen Fluidikzylinder wirkt. Der Fluiddruck, der einem Anschluss an eine Kammer des Fluidikzylinders zugeordnet ist, liegt in mindestens einer Verzweigung einer Rohrleitung, wie der Fluidleitung, als Steuerdruck an und dient insbesondere dem angeschlossenen Vorsteuerventil als Gegendruck, der gegen eine Federvorspannung des Vorsteuerventils, insbesondere eines Steuerkolbens des Vorsteuerventils, arbeitet.

[0033] Steuerungsverfahren, die mit fluidischen Steuerungseinheiten, so wie zuvor beschrieben, ausführbar sind, können die Aufnahme von Prüfkörpern in Halter bzw. Spanneinrichtungen erleichtern. Derartige, so genannte Prüfaufnahmen können insbesondere in halbautomatischen Fertigungsstraßen für Bauteile oder ausgeformte Materialien aus verschiedenen Werkstoffen Verwendung finden. Geeignete Prüfmaschinen, in denen ein fluidisches Steuerungsverfahren vorteilhaft angewendet werden kann, belasten z. B. Werkstoffe oder Bauteile mit verschiedenen Kräften, wie Zugkräften, Vibrationskräften oder Druckkräften. Materialprüfungen erfordern oft eine präzise Positionierung einer Materialprobe in einer Prüfaufnahme, sodass Prüfergebnisse mit verlässlicher Qualität gemessen werden können. Nach einem Aspekt wird ein fluidisches Steuerungsverfahren auf einen Fluidikzylinder angewendet, sodass sich eine erste Stellung des Fluidikzylinders kontrolliert in eine zweite Stellung des Fluidikzylinders überführen lässt. Der Fluidikzylinder kann eine erste oder zweite Extremstellung einnehmen. In einer Extremstellung ist eine Bewegung des Fluidikzylinders in zumindest einer Richtung begrenzt. Eine Extremstellung stellt einen Umkehrpunkt dar. In der Extremstellung können im Fluidikzylinder maximal einstellbare Drücke eines Fluids vorherrschen. Das Steuerungsverfahren führt einen Fluidikzylinder von einer ersten Position in eine zweite Position, wobei eine der Positionen eine Extremstellung sein kann. Die Änderung des Fluidikzylinders wird durch den Zufluss und den Abfluss eines Fluids aus dem Fluidikzylinder, insbesondere aus mindestens einer Kammer des Fluidikzylinders, jeweils durch mindestens einen Anschluss und mindestens eine Verbindungsleitung, gesteuert. Der Fluidikzylinder kann relativ zu einem weiteren Element, wie einer Prüfaufnahme, einem Prüfkörper oder einem Kolben, verschoben werden. Das Element kann eine Komponente einer Prüfmaschine, wie ein Teil eines Probenhalters, sein. Durch kontinuierlichen Fluss eines Fluids ist der Fluidikzylinder kontinuierlich verschiebbar. Zwischen zwei Extremstellungen wird der Fluidikzylinder von dem strömenden Fluid in eine Position gedrückt.

[0034] Das fluidische Steuerungsverfahren umfasst mindestens zwei Schaltzustände. Zwei Schaltzustände sind spiegelbildlich zueinander angeordnet. Die Schaltzustände weisen eine vergleichbare geometrische Anordnung auf, sie können jedoch qualitativ zu einer unterschiedlichen Verbindung, wie eine gerichtete Durchschaltstellung, führen. Wechselweise kann in der spiegelbildlichen Anordnung ein Freischaltzustand eingenommen werden. Die zwei Schaltzustände können in einem Hauptdruckfreischaltventil und einem Zwischendruckfreischaltventil vorhanden sein. Das Zwischendruckfreischaltventil ist ein Zweistellungsventil, dessen Stellungen insbesondere spiegelbildlich zu dem Hauptdruckfreischaltventil angeordnet sind. Weiterhin umfasst die Steuereinheit ein Ventil, das auch als ein Bewegungsventil mit mindestens zwei Schaltzuständen bezeichnet werden kann. Jeder der Schaltzustände weist eine erste Durchgangsverbindung und eine zweite Durchgangsverbindung für ein Fluid auf, wobei die zweite Durchgangsverbindung (in symbolischer Darstellung) einen Winkel zu der ersten Durchgangsverbindung einnimmt. Die beiden Schaltzustände sind spiegelbildlich zueinander angeordnet. In symbolischer Darstellung kann das Schaltbild des ersten Zustands auf das Schaltbild des zweiten Zustands gespiegelt bzw. graphisch umgeklappt werden. Mechanisch lassen sich solche graphischen Darstellungen unterschiedlich realisieren. Das Ventil kann in einem Schaltzustand eine geradlinige Bohrung aufweisen und eine Bohrungsanordnung, die unter einem Versatz bezüglich der ersten Bohrung von einer ersten Seite des Ventilkörpers auf eine zweiten Seite des Ventilkörpers führt. Die jeweils dem ersten Schaltzustand zugeordneten Anschlüsse des Freischaltventils sind auf einer Anschlussseite, wie der Druckeingangsseite anders, insbesondere weniger beabstandet als auf der gegenüberliegenden Anschlussseite, wie der Druckausgangsseite. Im zweiten Schaltzustand sind die Durchgangsverbindungen im Vergleich zum ersten Schaltzustand an einer Zentralachse des Freischaltventils gespiegelt angeordnet. Der erste Freischaltzustand verbindet die erste Druckausgangsseite, die z. B. eine Verbindung zu einem Anschluss zur ersten Kammer eines Fluidikzylinders aufweist, mit einer Fluidzuleitung an der Eingangsseite des Freischaltventils. Daneben wird eine ausgangsseitige Verbindungsleitung, welche eine zweite Kammer eines Fluidikzylinders anschließt, zu einer Fluidabfuhrleitung freigeschaltet, die z. B. in ein Fluidreservoir mündet. Der zweite Freischaltzustand weist eine Durchgangsverbindung von der Fluidzuleitung zur Verbindungsleitung zur zweiten Kammer des Fluidikzylinders auf, wobei die Verbindungsleitung zur ersten Kammer des Fluidikzylinders zu einer Fluidabfuhrleitung z. B. in ein Fluidreservoir führt, was bei einer pneumatischen Realisierung z. B. die Umgebungsluft sein kann. Die Fluidzuleitung wird über eine Druckverteilung mit Fluid aus einer Druckmittelquelle versorgt.

[0035] Das Hauptdruckfreischaltventil und das Zwischendruckfreischaltventil sind zueinander z. B. über Verbindungsleitungen angeordnet, sodass sie sich gegenseitig in der Wirkung ergänzen können. Das Hauptdruckfreischaltventil und das Zwischendruckfreischaltventil kontrollieren den Fluiddruck, der in den spiegelbildlichen Schaltzuständen des Bewegungsventils dem Fluidikzylinder zuführbar ist. Eine Beeinflussung der beiden Ventile, Hauptdruckfreischaltventil und Zwischendruckfreischaltventil, kann beispielsweise über eine einzige Rückkopplungsschaltung erfolgen. Schaltzustände

sind durch Druckverhältnisse in einer Rückkopplung steuerbar. Mit Hilfe eines Vorsteuerventils kann insbesondere eine Rückkopplungsfreischaltung eingestellt werden. Nach einem Aspekt bzw. in einem Zustand werden in einer Rückkopplungsfreischaltung Freischaltventile durch eine Feder betätigt. Nach einem weiteren Aspekt bzw. in einem weiteren Zustand kann in einer Rückkopplungsfreischaltung eine Freischaltung durch Rückkopplung eines Fluiddrucks erfolgen.

5 Durch Betätigung von Freischaltventilen ist eine Änderung eines Fluiddrucks in einem Fluidikzylinder möglich. Ein erster Druckbereich, der bei einer Bewegung des Fluidikzylinders zum Einsatz kommt, ist einem Zwischendruckbereich zugeordnet. Idealerweise liegt ein bestimmter Druck, der im Bereich des ersten Druckbereichs liegt, an. Der nach der Bewegung in der Extremstellung des Fluidikzylinders anliegende Zwischendruck kann weiter erhöht werden. Es erfolgt ein Übergang aus dem Bewegungsdruckbereich in einen Spanndruckbereich. Eine Erhöhung des Bewegungsdrucks in dem Fluidikzylinder zu einem Spanndruck ist ohne eine zusätzliche (externe) Betätigung, also durch eine Betätigungsperson, der Steuerung durchführbar. Der anzulegende Spanndruck kann auf einen festen Wert voreingestellt werden. Der Spanndruck zwingt den Fluidikzylinder in eine Extremstellung, die einer Ausgangsstellung, insbesondere für eine Bewegung, entsprechen kann. Die Ausgangsstellung entspricht beispielsweise einer Haltestellung einer Prüfaufnahme, die sich zum Festhalten eines Prüfkörpers in der Prüfaufnahme und zu dessen exakter Positionierung eignet. Eine

10 Ausgangsstellung kann auch einer geschlossenen Stellung einer Prüfaufnahme entsprechen, in der ein Prüfkörper mit der Prüfaufnahme fest verspannt ist. Nach einem Aspekt umfasst die Ausgangsstellung zwei einnehmbare Extremstellungen des Fluidikzylinders. Die Ausgangsstellung ist eine Dauerstellung, z. B. in einer Rückzugslagenposition, die von der Steuerung nicht selbsttätig veränderbar ist. Eine Bewegung des Fluidikzylinders aus der Ausgangsstellung kann durch Betätigung der Steuereinheit z. B. mit einem Fußschalter erfolgen.

20 **[0036]** Es kann auch gesagt werden, die Steuerung reagiert auf die Einnahme einer Endanschlagsposition eines Fluidikzylinders. Die Endanschlagsposition kann eine Anschlagfläche in Verbindung mit einer Oberfläche eines Probenkörpers betreffen. Erst wenn die Endanschlagsposition erreicht ist, wird die Betriebsart der Steuerung in eine zweite Betriebsart, z. B. in den Hauptdruckbetrieb, der auch als Spanndruckbetrieb ausgeführt sein kann, übergeführt. In der Endanschlagsposition kann sich in dem Fluidikzylinder ein Haltedruck aufbauen, der als Steuerdruck auf ein Fluidikventil wirkt, welches bei Anliegen des Steuerdrucks z. B. den Hauptdruck in den Fluidikzylinder schaltet.

25 **[0037]** Die in der Regel gegebene Störanfälligkeit, hervorgerufen durch besondere Endanschlagssensoren, bei deren Reaktion oder Ansprechen hieran angeschlossene Ventile der Pneumatikschaltung umschalten, kann durch die hier vorgestellte pneumatische Lösung verzichtet werden. Die Pneumatikschaltung ist also in einem gewissen Sinne endanschlagssensorenfrei ausführbar.

30 **[0038]** Nachfolgend werden vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dargelegt, die für sich gesehen, sowohl einzeln als auch in Kombination, ebenfalls erfinderische Aspekte offenbaren können.

[0039] Der Fluidikzylinder der fluidischen Steuereinheit ist über wenigstens eine Verbindung zur Leitung eines Fluids angeschlossen. In der Verbindung kann ein weiteres Zweistellungsventil angeordnet sein. Vorzugsweise ist das Zweistellungsventil ein federvorgespanntes Zweistellungsventil. Der Federspannkraft kann ein Fluiddruck gegengerichtet sein, sodass das Zweistellungsventil auch als ein fluidisch gegengespanntes Ventil bezeichnet werden kann. An einem fluidisch gegengespannten Zweistellungsventil kann eine Ventilstellung durch einen ersten und einen zweiten Druck eines Fluids einnehmbar sein. Durch den jeweiligen Druck wird eine Gegenspannung, insbesondere gegen eine Ventiltfeder, aufgebaut, die das Zweistellungsventil in jeweils einer der zwei Stellungen hält. Eine erste Stellung umfasst vorzugsweise eine Sperrstellung. Die Sperrstellung blockiert den Durchfluss eines Fluids. Die zweite Stellung des Zweistellungsventils ist insbesondere eine Durchschaltstellung. In der Durchschaltstellung wird ein Fluiddruck einer Kammer eines Fluidikzylinders zuführbar. Die Stellung des Zweistellungsventils ist von einer fluidischen Gegenspannung vorgebar. Mit dem Zweistellungsventil kann eine Rückkopplung, bspw. eines Hauptdrucks in einen zweiten Druckbereich, der auch als Zwischendruckbereich, Stelldruckbereich oder Bewegungsdruckbereich bezeichnet werden kann, durch einen Verschluss oder durch eine fluidische Unterbrechung unterbrochen werden. Weiterhin ist in der Sperrstellung eine Verbindungsleitung zu einem Fluidikzylinder druckentlastet.

45 **[0040]** Das Zweistellungswechselventil der fluidischen Steuereinheit ist vorzugsweise ein fluidisches Steuerelement, das eine alternative Oder-Verknüpfung realisiert. Einer ausgangsseitigen Verbindung kann entweder eine erste oder eine zweite Verbindung ausschließlich für die Zufuhr von Fluid, d. h. eingangsseitig, zugeordnet werden. Hierfür kann das Zweistellungswechselventil z. B. als ein Kugelsitzventil ausgebildet sein. In einer Ausgestaltung des Ventils kann auch gesagt werden, dass die Ventilform des Ventils einem Rückschlagventil entspricht. Die Ventilstellungen werden mittels Druckdifferenz zwischen den zwei eingangsseitigen Verbindungen eingenommen. Bei Anliegen eines Drucks, der auch als Hochdruck, Hauptdruck, Spanndruck oder als Endstellendruck bezeichnet werden kann, wird die Verbindung von der entsprechenden Druckseite zur Ausgangsseite des Zweistellungswechselventils freigeschaltet. Die zweite Verbindung, die einer Zwischendruckseite zugeordnet ist, ist freischaltbar, wenn in der ersten Verbindung der Fluiddruck nicht anliegt, bspw. weil die Verbindungsleitung der ersten Verbindung durch ein Zweistellungsventil druckentlastet ist.

50 Die Durchgangsstellung des Zweistellungswechselventils, insbesondere der Sitz der abdichtenden Kugel auf einer der eingangsseitigen Verbindungen, wird durch die jeweils zugeführten Fluiddrücke festgelegt. Mittels Druck ist eine Verbindung durch das Zweistellungswechselventil freischaltbar. Ein Kugelsitzventil ist ein robustes Ventil mit geringen

Schaltzeiten, das eine hohe Anzahl von Schaltereignissen sicher ausführt. Als passives Ventil arbeitet es ohne Fremdbetätigung, nur in Abhängigkeit der Druckdifferenzen in dessen Verbindungsleitungen wie Zu- und Ableitungen.

[0041] Die fluidische Steuereinheit kann weiter verbessert werden, wenn in einer Leitungsverbindung für Fluide ein drittes Zweistellungsventil eingebaut ist. Das dritte Zweistellungsventil ist ein federvorgespanntes Zweistellungsventil. Die Vorspannung wird beispielsweise durch eine an dem Ventil vorgesehene Schraubenfeder erzeugt. Das dritte Zweistellungsventil dient als Vorsteuerventil. Mindestens zwei Stellungen des Ventils sind einnehmbar, in denen ein Fluidruck in dem ausgangsseitigen Anschluss des Zweistellungsventils auf ein nachgeschaltetes Ventil, z. B. auf ein Zweistellungsventil, wirken kann. Mit dem Vorsteuerventil können Zweistellungsventile sehr feinfühlig eingestellt werden. Das Vorsteuerventil erlaubt es, dass ein ausschließlich fluidisch betätigter Ventilkreislauf aufbaubar ist. Es werden vorzugsweise gleichartige Zweistellungsventile verwendet. Ein Vorsteuerventil kann auf eine Gegendruckseite eines Zweistellungsventils wirken. Einen fluidischer Gegendruck ermöglicht die Einstellung eines Schaltzustands des nachgeschalteten Zweistellungsventils. In weiteren Ausführungsformen können auch Verbindungen von einem Vorsteuerventils zu zwei oder mehreren nachgeschalteten Zweistellungsventilen geführt werden, um diese jeweils auf einer fluidischen Gegendruckseite anzusteuern. In anderen Ausführungen ist mindestens ein Vorsteuerventil mit einer ersten und einer zweiten fluidischen Gegendruckseite, d. h. jeweils an einer Seite von nachgeschalteten Ventilen, verbunden.

[0042] Nach einem Aspekt besonders vorteilhaft erweist sich der Einbau einer Drossel auf einer Druckseite des Vorsteuerventils, auf der z. B. ein Zwischendruck zumindest für die Dauer einer über die Drossel zu wählenden bzw. über die Drossel einzustellenden Schaltzeit anliegt, damit eine Schaltzustandsänderung nach einem gewissen Zeitraum anliegt. Die Druckseite, insbesondere die eingangsseitige Leitungsverbindung für durchschaltbares Fluid in das Vorsteuerventil, enthält eine Drossel zwischen dem Vorsteuerventil und einer Abzweigung von dieser Leitungsverbindung. Die Abzweigung mündet in einen eingangsseitigen Leitungsanschluss für die Fluidzufuhr zu einem Bewegungsventil und insbesondere einem Fluidikzylinder. An einer Drossel erfolgt zumindest zeitweise ein Druckabfall. Eine Drossel stellt einen Durchflusswiderstand für eine fluidische Verbindung dar. Aufgrund des gehemmten Durchflusses erfolgt eine verzögerte Druckeinstellung auf einer Druckseite des Vorsteuerventils. Die Drossel kann auch als Verzögerungsglied bezeichnet werden. Vorzugsweise wird eine einstellbare Drossel verwendet, mit der eine Verzögerungszeit einstellbar ist. Die Verzögerungszeit wird durch die Zeit, die zur Anpassung eines Drucks erforderlich ist, bestimmt. Die Drossel hat weiterhin einen Einfluss auf eine Druckanpassung an der Ausgangsseite des Vorsteuerventils. Mit der Drossel ist eine Rückkopplung, insbesondere eine Zeitkonstante einer Rückkopplung auf mindestens ein Freischaltventil, einstellbar.

[0043] Von den zwei Stellungen des ersten Zweistellungswechselventils kann die erste Stellung auch als Ruhestellung bezeichnet werden. Die Ruhestellung ist von dem ersten Ventil, das z. B. ein Zweistellungsventil ist, einnehmbar. Aufgrund der inneren Kräfte in dem Ventil, z. B. über Federn, ist die Ruhestellung die Vorzugsposition des Ventilkolbens. In der Ruhestellung befindet sich der Fluidikzylinder in einer Rückzugslagenposition. Die Rückzugslagenposition ist eine Position, in der der Fluidikzylinder eine passive Stellung einnimmt, sodass der Fluidikzylinder keine Gefährdung, z. B. in einer Prüfmaschine, darstellt. In der Ruhestellung hält ein Zwischendruck den Fluidikzylinder in einer Extremstellung, insbesondere ohne dass eine dem Spanndruck entsprechende Spannkraft ausgeübt wird. Der Zwischendruck kann über weitere Ventiltglieder dem Fluidikzylinder zugeführt werden. Als Ventiltglied eignet sich beispielsweise ein Zweistellungsventil, mit dem eine schnelle Druckfreischaltung durchgeführt werden kann, eine Drossel zur Anpassung einer Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidikzylinders oder auch ein Überdruckventil zum Schutz des Fluidikzylinders vor möglicherweise schädigenden, insbesondere Dichtungen schädigenden Überdrücken des zugeführten Fluids. Eine zweite Stellung des Ventils, das mindestens zwei Stellungen umfasst, ist eine Stellung, die als Arbeitsstellung bezeichnet werden kann. In der Arbeitsstellung vermittelt das Ventil eine Durchleitungsverbindung zu dem Zweistellungswechselventil. Der eingangsseitig an dem Ventil anliegende Zwischendruck wird dem Zweistellungswechselventil zugeführt. Abhängig von den im Zweistellungswechselventil herrschenden Druckverhältnissen leitet das Zweistellungswechselventil den Zwischendruck zum Fluidikzylinder. Der Fluidikzylinder beginnt seine Arbeit, die darin besteht, eine Kraft auf eine an dem Zylinder angeordnete Komponente, z. B. einer Prüfmaschine wie einer Materialprüfmaschine, aufzubringen. Mit der Betätigung des Ventils durch einen Fußschalter kann die Position des Fluidikzylinders kontrolliert verändert werden.

[0044] Ein Vorsteuerventil ist durch Zufuhr eines fluidischen Drucks zur Gegendruckseite des Vorsteuerventils einstellbar. Der fluidische Gegendruck kann in einer Rückkopplung freigeschaltet werden. In einer Rückkopplung wirkt ein Druck, der an dem Fluidikzylinder anliegt, auf einen Druck zurück, der an dem Fluidikzylinder anzulegen ist. Die Verbindung der Druckverteilleitung an die Rückkopplung kann mechanisch durch ein Sperrventil hergestellt werden. Nach einer Betätigung des Sperrventils öffnet dieses Sperrventil, sodass Fluid aus der Druckverteilleitung in die Rückkopplung einströmen kann. Es wird insbesondere ein federvorgespanntes Sperrventil verwendet, das durch Federkraft in einem geschlossenen Zustand gehalten ist. Der durch das Sperrventil einleitbare Druck kann auf die Gegendruckseite eines Vorsteuerventils wirken, sodass das Vorsteuerventil in einen zweiten Schaltzustand übergeht. Der Gegendruck wirkt insbesondere auf mindestens drei Zweistellungsventile. Beispielsweise kann durch diesen Druck das Vorsteuerventil freigeschaltet werden, sodass der Druck auf der Gegendruckseite von zwei Freischaltventilen abfällt. Hierbei wird zu-

mindest ein Freischaltventil von einer Durchschaltstellung in eine Freischaltstellung versetzt, sodass z. B. eine Rückkopplung eines Hauptdrucks in dem Fluidikzylinder auf einen Zwischendruck in der Steuereinheit erfolgen kann.

[0045] Der Zustand der fluidischen Steuereinheit kann über einen mechanischen Betätigungsschalter verändert werden. Der Betätigungsschalter lässt einen Eingriff auf den Zustand zu. Der mit der fluidischen Steuereinheit verbundene Betätigungsschalter ist vorzugsweise neigungsbeweglich gelagert. Die Lagerung des Betätigungsschalters kann auch als freischwingend oder schwebend bezeichnet werden. Durch Betätigung z. B. mit einem Fuß kann der Betätigungsschalter in eine erste oder in eine zweite Position verbracht werden. Zwei Ventile der Steuereinheit sind mit dem Betätigungsschalter verbunden. Ein erstes Ventil, an dem der Betätigungsschalter angreifen kann, ist insbesondere eines der Ventile mit mindestens zwei Stellungen. Ein zweites Ventil, an dem der Betätigungsschalter angreifen kann, ist vorzugsweise ein Sperrventil. Mindestens zwei Ventile können mit dem Betätigungsschalter wechselweise betätigt werden. In Abhängigkeit der Kippplage des Betätigungsschalters wird der Schaltzustand wenigstens eines der Ventile, die mit dem Betätigungsschalter verbunden sind, verändert. Die Betätigung erfolgt gegen eine Federspannung. Es wird mindestens eine Feder bei der Betätigung so verändert, dass der angreifende Schalter eine zweite Ventilstellung aus einer ersten Ventilstellung, wie eine Sperrstellung, bewirkt. Der mechanische Betätigungsschalter befindet sich vorzugsweise in einer Neutralstellung. In der Neutralstellung halten die Federspannungen den Betätigungsschalter in dieser Stellung, die Federspannungen verändern nicht die Lage der Kolben ihrer Ventile; sie sind in dieser Hinsicht wirkungslos. Die Federspannungen heben sich gegenseitig auf, sodass die beiden Ventile in der fluidischen Steuereinheit ohne eine weitere Einwirkung von außen nicht betätigbar sind. Weder das Zweistellungsventil noch das Sperrventil befinden sich dann in einer mechanischen Betätigungsposition. Der Schaltzustand des jeweiligen Ventils in der Neutralstellung ist sein betätigungsfreier Zustand, der nur durch Federkraft eingestellt ist.

[0046] In einer vorteilhaften Ausführung einer fluidischen Steuereinheit ist eine Mehrzahl von Ventilen durch Fluidleitungsverbindungen miteinander verschaltet. Ein Fluiddruck aus einem Versorgungsanschluss kann abhängig von Fluidparametern wie Kompressibilität oder Viskosität einem Fluidikzylinder zugeführt werden. Gezielt können Bewegungen des Fluidikzylinders verursacht werden. Als Eingabeparameter dienen eine mechanische Kraft und der Eingangsdruck des Fluids. Zu den in der fluidischen Steuereinheit vorhandenen Ventilen zählen Ventile mit mindestens zwei Stellungen, wie ein erstes Bewegungsventil und ein zweites Bewegungsventil. Mindestens eines der Ventile kann als Zweistellungsventil ausgebildet sein. Weiterhin umfasst eine fluidische Steuereinheit ein erstes Zweistellungswechselventil und ein zweites Zweistellungswechselventil. In der fluidischen Schaltung der Steuereinheit können außerdem ein erstes Vorsteuerventil, insbesondere in der Ausgestaltung als drittes Zweistellungsventil, und ein zweites Vorsteuerventil, insbesondere in der Ausgestaltung als viertes Zweistellungsventil, eingebaut sein. Zu den weiteren Ventilen zählen ein erstes Sperrventil und ein zweites Sperrventil, mit denen beispielsweise eine Zufuhr eines Zwischendrucks zu einem Fluidikzylinder unterbrochen werden kann. Eine Steuerfunktion wird insbesondere mittels eines ersten Zwischendruckfreischaltventils, welches vorzugsweise fluidisch gegenspannbar ist, und eines zweiten Zwischendruckfreischaltventils, das vorzugsweise fluidisch gegenspannbar ist, ermöglicht. Weiterhin kann die fluidische Steuereinheit ein erstes Hauptdruckfreischaltventil, das insbesondere mit fluidischer Gegenspannung verstellbar ist, und ein zweites Hauptdruckfreischaltventil, das insbesondere mit fluidischer Gegenspannung verstellbar ist, umfassen. Ein Hauptdruckfreischaltventil kann auch als Spanndruckfreischaltventil bezeichnet werden. Die Betriebssicherheit wird dadurch erhöht, dass der Druck nur im Bedarfsfall den nachgeordneten Komponenten der fluidischen Steuereinheit zugeführt wird. Vorzugsweise ist jeweils ein erstes Ventil jeden Typs einem ersten Fluidikzylinder zugeordnet. Ein erstes Ventil jeden Typs kann auch in einer ersten Steuereinheit enthalten sein und ein zweites Ventil jeden Typs in einer zweiten Steuereinheit. Ein erster Fluidikzylinder kann beispielsweise eine erste Prüfaufnahme in einer Haltestellung fixieren. Ein zweites jeweiliges Ventil jeden Typs ist einem zweiten Fluidikzylinder zugeordnet. Der zweite Fluidikzylinder kann in einer zweiten Prüfaufnahme angeordnet sein. Die erste Prüfaufnahme und die zweite Prüfaufnahme können unabhängig voneinander jeweils von mindestens einem Fluidikzylinder betätigt werden. Ein Probenkörper für die Materialprüfung kann eingespannt und zur Entnahme wieder freigegeben werden.

[0047] Eine fluidische Steuerung umfasst vorteilhafterweise einen Fußschalter und vorzugsweise eine Steuereinheit. Die fluidische Steuerung ist an einem Fußschalter durch eine Betätigungsperson oder einen Roboter betätigbar. Der Fußschalter ist in Bodennähe angeordnet. Aufgrund der in der Steuereinheit integrierten fluidischen Steuerelemente kommt die Steuerung ohne Stromzufuhr aus. Vorteilhaft kann es trotzdem sein, wenn wenigstens ein Ventil als elektrisches Ventil ausgestaltet ist. Die übrigen, einen Kern der Schaltung bildenden Ventile sind aber ohne elektromagnetische Betätigung realisiert. Der Fußschalter eignet sich zur Aufstellung in einem Feuchtraum. Eindringende Flüssigkeiten, wie Wasser oder Hydraulikmittel, können ohne Beeinträchtigung der fluidischen Steuerung aus dem Gehäuse des Fußschalters ablaufen. Es ist keine Gehäuseabdichtung erforderlich. In den Fußschalter ist vorzugsweise ein Trittbereich, wie ein Pedal, integriert, der durch Muskelkraft betätigbar ist. Durch Antippen des Trittbereichs mit dem Fuß können Schaltstellungen eingenommen werden. Schaltstellungen werden durch die fluidische Steuerung einem Aktuator zugeführt. Der Aktuator ist vorzugsweise einer Prüfmaschine, insbesondere einem Probenhalter einer Materialprüfmaschine, zugeordnet. Der Aktuator kann beispielsweise dazu verwendet werden, einen Probenhalter zu positionieren. Als Aktuator eignet sich ein Linearzylinder mit einer Beabstandung zwischen einem ersten und einem zweiten Ende, die veränderbar

ist, wobei das erste Ende vorzugsweise fest montiert und das zweite Ende mit einem Kolben entlang einer Linie beweglich ist. Ein Aktuator kann eine Kraft auf ein Bauteil oder eine Komponente einer Prüfmaschine ausüben. Mit dieser Kraft ist es möglich, ein Bauteil, z. B. eine Spannbacke eines Probenhalters, zu verlagern. Ein Aktuator kann eine Materialprobe in der Materialprüfmaschine fixieren und vorzugsweise positionieren. Auf die Positionierung des Probenkörpers bzw. der Materialprobe kann insbesondere vor der Fixierung manuell Einfluss genommen werden, wobei ein Zusammenspiel zwischen fluidischer Steuerung und Handhabung möglich ist. Durch das Spannen mithilfe des Aktuators kann der manuell beeinflusste Probenkörper ausschließlich durch die Spannbacken in einer Lage des Aktuators gehalten werden.

[0048] Neben einem ersten Fußschalter können in der Steuerung weitere Fußschalter angeordnet sein, die insbesondere mit einem zweiten Fuß betätigbar sind. Allerdings ist ein Aktuator jeweils nur einem Fußschalter zugeordnet. Der Fußschalter weist mindestens drei Positionen auf. Der Fußschalter wirkt über eine mechanische Verbindung auf mindestens ein Fluidikventil ein. Durch Kraftübertragung von dem Fußschalter auf ein Fluidikventil wird das Fluidikventil in eine Betätigungsstellung verbracht. Die fluidische Steuerung umfasst mindestens eine Betätigungsstellung eines Fluidikventils. Eine erste Position des Fußschalters, in der sich der Fußschalter in Ruhestellung, d. h. ohne Einwirkung einer Betätigungsperson befindet, wird als eine Neutralstellung bezeichnet. Nach einem Aspekt kann in der Neutralstellung der Steuerung ein Spanndruck in dem Aktuator anliegen. Nach einem weiteren Aspekt der fluidischen Steuerung kann sich in der Neutralstellung der Aktuator in einer rückgezogenen Offenstellung befinden, die insbesondere eine Ausgangsstellung für eine Betätigung durch die Steuerung sein kann. Eine Position des Fußschalters, wie die zweite Position oder die dritte Position, ist entgegen einer Federkraft einnehmbar. Es ist vorteilhaft, wenn die Neutralstellung durch ein Gleichgewicht von zwei Federkräften gehalten wird. Die Position der Neutralstellung befindet sich vorzugsweise zwischen der zweiten und der dritten Position des Fußschalters, damit die jeweilige Position ohne eine Einnahme der jeweils anderen Position schnell einstellbar ist. Somit gelangt der Fußschalter in eine Mittelstellung, wenn der Fußschalter fremdkraftbetätigungsfrei ist.

[0049] In einer zweiten Position des Fußschalters ist ein Ventil betätigbar. In der zweiten Position des Fußschalters befindet sich ein damit verbundenes Ventil entweder in einem ersten Zustand oder in einem zweiten Zustand. Ein erster Zustand des Ventils entspricht einer ersten Durchflussverbindung eines Fluids und ein zweiter Zustand eines Ventils kann einer zweiten Durchflussverbindung des Ventils entsprechen. Eine Durchflussverbindung wird durch die Durchschaltstellung des Ventils eingenommen. Über eine Durchflussverbindung kann in dem Aktuator ein Stelldruck, wie ein Bewegungsdruck, angelegt werden. Der Stelldruck betätigt den Aktuator. Die Betätigungsstellung des Ventils wird mit dem Fußschalter entgegen der Kraft einer Feder eingenommen, die dem Ventil zugeordnet ist. Zur Einnahme einer zweiten Stellung des Ventils muss auf den Fußschalter eine Kraft aufgebracht werden, die die Stellkraft der Feder, insbesondere in ihrer Wirkung auf das Ventil, zumindest kompensiert, vorzugsweise in einer ersten Stellung überkompensiert.

[0050] Der Fußschalter weist eine dritte Position auf, in der ein Entlastungsventil betätigbar ist. In der dritten Position des Fußschalters wird eine am Fußschalter angeordnete Rückstellfeder komprimiert. Die Kraft, die entgegen der Rückstellfeder zur Betätigung des Entlastungsventils aufzubringen ist, wird mit einem Fuß auf den Schalter aufgebracht. Das Entlastungsventil ist mit einem Fluidikbereich verbunden, in dem ein Schließdruck anlegbar ist. Das Entlastungsventil kann auch mit einem Fluidvolumen verbunden sein, in dem der Spanndruck anliegt. Der Zwischendruck kann entlastet werden, wenn das Entlastungsventil betätigt ist. Die Zufuhr des Spanndrucks, der auch als Hauptspanndruck bezeichnet werden kann, wird durch Verbringung des Entlastungsventils in eine Durchschaltstellung gesperrt. Der Spanndruck wird durch Ableitung von Fluid aus dem Aktuator gelöst. Die Entlastung des Aktuators ist ein Zustand der Steuerung, in dem der Aktuator von einer ersten Extremstellung gelöst und vorzugsweise der zweiten Extremstellung zugeführt wird. Die Entlastung ist mit einem Fluiddruckabbau in dem Aktuator verbunden. Bei der Entlastung wird auch ein Fluiddruck, insbesondere ein Hauptdruck, in dem Aktuator aufgebaut, um den Aktuator bzw. den Fluidikzylinder in die offene und sichere Ausgangsstellung zu verfahren. Das Entlastungsventil sorgt in einer Ausgestaltung durch seine Betätigung für eine Bewegung des Aktuators in eine Position, in der z. B. eine Spannbacke nicht mehr in oder durch den Aktuator, insbesondere an einem Probenkörper, gehalten wird. Es erfolgt automatisch, d. h. ohne eine zusätzliche Betätigung des Fußschalters, eine Rückwärtsbewegung des Aktuators mit maximaler Geschwindigkeit und eine Rückstellung der fluidischen Steuereinheit in den Tippbetrieb.

[0051] Die fluidische Steuerung ermöglicht es, mit dem Fußschalter zwischen der Neutralstellung und der zweiten Position in einem Übergangsbereich zu verweilen. In dem Übergangsbereich ist der Aktuator bewegbar bzw. einstellbar. Befindet sich der Fußschalter in dem Übergangsbereich, so kann dies schon eine Bewegung des Aktuators hervorrufen. In dem Übergangsbereich überschneiden sich eine erste Öffnung eines Ventils und eine zweite Öffnung einer Durchgangsstellung des Ventils nur teilweise. In einer Zwischenstellung des Kolbens des Ventils kann die Durchströmung eines Ventils gedrosselt sein. Mittels eines Fluidikventils kann an dem Fußschalter veranlasst werden, dass ein Fluidvolumen in eine Fluidkammer des Aktuators eindringt. Der Aktuator nimmt eine Position ein, die proportional zu dem zugeführten Fluidvolumen ist. Durch den Druck wird eine Aktuatorkomponente in eine (vorgezogene) Stellung bewegt. Die Position des Fußschalters beeinflusst daher die Stellung einer beweglichen Aktuatorkomponente, sodass ein Aktuator durch eine Betätigungsperson einstellbar ist.

[0052] Der Aktuator weist vorzugsweise eine erste Kammer und eine zweite Kammer auf. Sowohl der ersten Kammer als auch der zweiten Kammer kann ein Fluid zugeführt werden. In einer Neutralstellung des Fußschalters weist eine erste Kammer des Aktuators einen Zwischendruck auf, dem eine Rückhaltstellung des Aktuators zugeordnet ist. Der Zwischendruck wirkt auf eine beweglich gelagerte Aktuatorplatte. Die Richtung der durch den Zwischendruck auf die Aktuatorplatte aufgebracht Kraft entspricht der Richtung einer Spannkraft, die durch den Hauptdruck in der zweiten Kammer des Aktuators auf die Aktuatorplatte angelegt werden kann. Die fluidische Steuerung nimmt quasi automatisch eine Rückzugsstellung ein, wenn der Fußschalter nicht betätigt ist und der Hauptdruck zum Einbringen der Spannkraft in den Aktuator nicht anliegt. Auf diese Weise wird die Sicherheit erhöht. An dem Aktuator werden einer Bedienungsperson keine ernstlichen mechanischen Quetschungen zugefügt. Insbesondere kann ein leichter Druckschmerz zu einer reflexartigen Rückzugsbewegung des Fußes von dem Fußschalter führen, sodass die fluidische Steuerung automatisch in die Neutralstellung übergeht. Erst bei Anliegen des Zwischendrucks an dem Aktuator über eine durch Durchflusszeiten an Drosselkomponenten in der fluidischen Steuerung vorgegebenen Reaktionszeit hinaus bzw. längerandauernd wird der Aktuator verspannt. In dem verspannten Aktuator liegt zur Sicherung der Aktuatorstellung der verfestigte Halt bzw. Griff mit der durch den Hauptdruck zugeführten, insbesondere im Vergleich zum Zwischendruck höheren, Kraft an.

[0053] Das Zweistellungsventil, das die Funktion des Bewegungsventils zur Steuerung eines der Fluidikzylinder übernimmt, lässt sich sowohl durch ein Zweistellungsventil als auch durch ein Dreistellungsventil oder sogar ein Vierstellungsventil oder ein Ventil mit mehr als vier Stellungen realisieren. Bei einem Ventil mit mehr als zwei Stellungen, das die Aufgabe des Bewegungsventils übernimmt, kann eine Stellung eine Sperrstellung sein. Zusätzlich zu der einen Stellung, in der der Fluidikzylinder in eine Richtung zu bewegen ist, und zusätzlich zu der zweiten Stellung, in der der Fluidikzylinder in die entgegengesetzte Richtung zu bewegen ist, hat das Bewegungsventil eine Stellung, bei der nur noch die natürlichen Leckagen, z. B. des Fluidikzylinders und/oder des Bewegungsventils, das Bewegungsverhalten des Fluidikzylinders bewirken bzw. hervorrufen.

[0054] Der Tippbetrieb lässt sich noch weiter in seiner anzuliegenden Mindestdauer steigern und damit sicherer machen, indem eine Geschwindigkeitsbegrenzung der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens des Fluidikzylinders vorgesehen ist. Dies lässt sich z. B. durch Drosseln für den Durchfluss von Fluidvolumina zu und von dem Fluidikzylinder realisieren.

[0055] Nimmt der Kolben des Fluidikzylinders eine Endanschlagsposition ein, so kann mit Hilfe der Steuerung von einem Betrieb in den anderen Betrieb automatisch umgeschaltet werden. Eine solche Umschaltung erfolgt somit manipulationsfrei. Die Betätigungsperson kann keinen Einfluss darauf nehmen, dass der eine Betrieb, z. B. der Tippbetrieb, verlassen wird und dass der andere Betrieb, z. B. der Hauptdruckbetrieb, eingenommen wird.

[0056] Die Anzahl der in der Steuerung integrierbaren Sicherheitsfunktionen kann noch weiter gesteigert werden, wenn der gesamten Steuerung ein Aktivierungsventil vorgeschaltet ist. Das Aktivierungsventil kann z. B. als elektromagnetisches Fluidikventil realisiert sein, das einen fluidischen Arbeitsdruck auf alle Teile der Steuerung freigibt, wenn sowohl ein ausreichender fluidischer Druck an dem Aktivierungsventil ansteht als auch ein entsprechendes elektrisches Signal, wie ein Potential oder eine elektrische Spannung, an dem Aktivierungsventil angelegt ist. Mit einem solchen Aktivierungsventil kann sichergestellt werden, dass der Fluiddruck in der Steuerung nicht schlagartig abfallen bzw. ansteigen kann, wenn eine fluidische Zufuhrunterbrechung, allgemein Versorgungsstörung, zur Steuerung vorliegen sollte, oder das erforderliche Potential nicht anliegt. Zur Erreichung dieses Ziels kann das Aktivierungsventil die Funktion eines Schottventils übernehmen. Das Aktivierungsventil kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung auf einen vorhandenen Versorgungsdruck ansprechen, der vorhanden sein muss, damit das Ventil in eine Durchschaltstellung gelangt. Andernfalls drückt eine Feder das Aktivierungsventil in eine Sperrstellung. In der Sperrstellung kann keine Fluid aus der Steuerung austreten. Die Sicherungsfunktion wird weiter verstärkt, wenn ein Rückschlagventil auf der Arbeitsseite der Steuerung vorhanden ist. Das Rückschlagventil auf der Arbeitsseite lässt Fluid in die Steuerung eintreten. Das Rückschlagventil verhindert das Ausströmen des in der Steuerung vorhandenen Fluids über das Aktivierungsventil oder über die Fluiddruckquelle.

[0057] Das Aktivierungsventil kann den Zugang zu einer zentralen Druckverteilung bilden, von der sämtliche Drücke in der Steuereinheit bezogen werden. Damit bietet die Druckverteilung das höchste Druckniveau in der Steuereinheit, der auch als Quellendruck bezeichnet werden kann. Bei Stromausfall, insbesondere an der Prüfmaschine, oder bei Druckausfall der Druckquelle wird das Aktivierungsventil der stromfrei arbeitenden Steuereinheit abgesperrt, sodass keine ungewollte oder unvorhersehbare Bewegung des Fluidikzylinders, der z. B. eine Prüfprobe durch einen Spanndruck hält, erfolgen kann. Der in der Steuereinheit vorgehaltene Druck reicht aus, um eine einmalige Not-Öffnungsfunktion des Fluidikzylinders auszuführen. Durch die Verhinderung einer unkontrollierten Freisetzung einer Prüfenergie, die auf eine Prüfprobe einwirken kann, insbesondere durch plötzliches Öffnen einer Prüfaufnahme, wird somit die Betriebssicherheit erhöht. Aufgrund von vergleichsweise niedrigen Bewegungsdrücke wird zusätzlich eine Verletzungsgefahr z. B. durch Quetschungen stark vermindert. Die Bewegungsgeschwindigkeit aller angeschlossenen Fluidikzylinder bzw. Probenhalter kann z. B. auf eine Reaktionszeit des Bedienungspersonals fix eingestellt werden. Für die Bedienung kann z. B. eine Geschwindigkeit auf dem Fahrweg von 600 Millimeter / Minute z. B. bei einem pneumatischen Antrieb fest voreingestellt werden, die als eine sichere Bewegungsgeschwindigkeit anerkannt ist. Die Bewegungsgeschwindigkeit

von 10 mm/s wird z. B. nach dem Informations- und Arbeitsblatt BIA 330 216 in dem BGIA Handbuch für Sicherheit am Arbeitsplatz des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Erich Schmidt Verlag & Co., Berlin 2007, für das Spannen von Werkstücken empfohlen. Eine erfindungsgemäße fluidische Steuereinheit kann solche vorgeschlagenen Geschwindigkeiten mit weniger als 5 % Abweichung einhalten. Weiterhin ist der Spanndruck für einen sicheren Halt auf einem zweiten Material erhöhbar, um ein Gleiten des Aktuators auf dem Material zu unterdrücken. Ein niedrigerer Spanndruck kann verwendet werden, um Schäden an einem Prüfkörper durch das Einspannen zu vermeiden. Der Übergang zwischen Bewegungsdruck und Spanndruck erfolgt ergonomisch und manipulationssicher, sodass keine zusätzliche Betätigungsperson erforderlich ist und eine versehentliche Betätigung nahezu ausgeschlossen werden kann. Zusätzliche Sicherungsinstrumente wie z. B. Lichtschranken sind (eigentlich) nicht notwendig, können aber zur Steigerung der Betriebssicherheit zusätzlich vorhanden sein. Die Bedienung ist ohne Anleitung und intuitiv ausführbar. Bedienungsfehler sind höchst unwahrscheinlich. Auch die Funktion des Öffnens mit der erfindungsgemäßen Steuerung aus der schwebenden Pendellagerung des Fußschalters heraus ergibt sich intuitiv. Mit dem Fußschalter kann die Steuereinheit schnell und sicher entlüftet werden, z. B. um einen Anschluss an die Prüfmaschine zu trennen.

[0058] Die zuvor dargestellten Kombinationen und Ausführungsbeispiele lassen sich auch in zahlreichen weiteren Verbindungen und Kombinationen betrachten.

Figurenkurzbeschreibung

[0059] Die vorliegende Erfindung kann noch besser verstanden werden, wenn Bezug auf die beiliegenden Figuren in schematischen Darstellungen genommen wird, die beispielhaft besonders vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten darlegen, ohne die vorliegende Erfindung auf diese einzuschränken, wobei

Figur 1 die Draufsicht auf eine fluidische Steuerung zeigt,

Figur 2 die zueinander angeordneten Komponenten einer fluidischen Steuereinheit in der fluidischen Steuerung zeigt,

Figur 3 die Rückseite einer fluidischen Steuerung zeigt,

Figur 4 einen Schaltplan für eine erfindungsgemäße fluidische Steuereinheit zeigt, und.

Figur 5 einen weiteren Schaltplan für eine erfindungsgemäße fluidische Steuereinheit zeigt.

Figurenbeschreibung

[0060] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steuerung 1, die auf Grund ihrer flachen Bauweise im Fußbereich eines Tisches oder einer Prüfmaschine (nicht dargestellt) anordnenbar bzw. platzierbar ist, ohne den Zugang zur Prüfmaschine zu beeinträchtigen oder z. B. einen Fluchtweg zu verengen. Die Steuerung 1 umfasst das Gehäuse 74 und die Bodenplatte 75, wobei das Gehäuse 74 zur Bodenplatte 75 zumindest bereichsweise einen Winkel 73 von weniger als 50° einschließt. Bodenplatte 75 und Gehäuse 74 bilden zusammen einen vollseitig das Innenleben wie in den nachfolgenden Figuren 2 bis 5 dargelegt eingehausten Bereich der Steuerung 1. In dem zur Bodenplatte 75 angeordneten, ergonomisch gewinkelten Bereich des Gehäuses 74 stehen der erste mechanische Schalter 51 und der zweite mechanische Schalter 52 aus dem Gehäuse 74 hervor. Der zweite mechanische Schalter 52 befindet sich in der Neutralstellung 96, in der sich der Schalter 52 nahezu parallel zu dem Winkel 73 des Gehäuses 74 erstreckt. Die mechanischen Schalter 51, 52 sind über mehrere Minuten oder sogar Stunden betätigbar, ohne dass sich dadurch Rückenschmerzen bei der Betätigungsperson einstellen. Die Neutralstellung ist die erste Position 96, die von der Steuerung 1 ohne eine Betätigung eingenommen wird. Der erste mechanische Schalter 51 ist in der zweiten Position 97 gezeigt, wobei sich der erste mechanische Schalter 51 nahezu parallel zur Bodenplatte 75 erstreckt. Die zweite Position 97 ist eine Betätigungsstellung, die z. B. von einem Fuß (nicht dargestellt) gehalten werden muss, damit der erste mechanische Schalter 51 nicht selbsttätig in eine Neutralstellung, wie die Neutralstellung 96 des zweiten mechanischen Schalters 52, übergeht. Die Steuerung 1 weist weiterhin einen Druckanschluss 78 für die Zufuhr eines unter einem Druck stehenden Fluids (nicht dargestellt) in die Steuerung 1 auf. Ein im Inneren der Steuerung 1 verwendeter Fluiddruck ist an der Stellschraube 85 einstellbar. Der Druck wird an dem Manometer 77 angezeigt.

[0061] In Figur 2 ist ein geöffnetes Gehäuse 174 der Steuerung 101 dargestellt. Die Anordnung der Komponenten der Steuereinheit 102 in Bezug zur Bodenplatte 175 ist kompakt. Zur besseren Übersichtlichkeit der Anordnung der Steuerung 101 wurde auf die Darstellung der Fluidleitungsverbindungen verzichtet, die allerdings dem Schaltungsschema von Figur 4 bzw. Figur 5 entnommen werden kann. In Figur 2 ist mittig auf der Bodenplatte 175 das Manometer 177 angeordnet, das den mit dem ersten Druckregulierventil 120 an der Stellschraube 185 einstellbaren Druck, wie den Arbeitsdruck der Druckquelle, anzeigt. Das (nicht dargestellte) Fluid, z. B. Druckluft, ist als Druckmedium durch den Steckverbinder 178 zu dem ersten Druckregulierventil 120 zuführbar. Das Fluid kann allerdings nur dann in die Steuereinheit 102 strömen, wenn das Sicherheitsventil 179 durch ein angelegtes, elektrisches Potential und einen versorgungsseitig anliegenden Fluiddruck in einer geöffneten Stellung gehalten wird. Die Verteilung des von dem Manometer 177 angezeigten Drucks erfolgt über das Verteilerkreuz 144 der Druckverteilung zu verschiedenen Ventilen, wie z. B.

dem zweiten Druckreguliertventil 121, dem ersten Sperrventil 122, dem zweiten Sperrventil 123, dem ersten Hauptdruckfreischaltventil 124 und dem zweiten Hauptdruckfreischaltventil 125. Das zweite Druckreguliertventil 121 ist nur bei geöffnetem Gehäuse 174 einstellbar, und das Druckreguliertventil 121 wird aus Sicherheitsgründen werksseitig voreingestellt. Der mit dem zweiten Druckreguliertventil 121 eingestellte Druck liegt insbesondere am Eingang des ersten Ventils 114 und am Eingang des zweiten Ventils 115 an und ist als Zwischendruck über weitere Ventile steuerbar. Der ausgangsseitige Druck der Steuerung 101 ist durch den ersten Steueranschluss 182 und den zweiten Steueranschluss 183 jeweils einer Anwendung, wie einem ersten und einem zweiten Probenhalter, zuführbar. Durch den ersten Steueranschluss 182 kann somit mindestens ein Fluidikzylinder (nicht dargestellt) betätigt werden. Neben dem ersten Steueranschluss 182 wird auch der erste Steueranschluss 182' zu einem ersten Fluidikzylinder geführt, sodass der Fluidikzylinder (nicht dargestellt) mit zwei unterschiedlich wirkenden Kammern, insbesondere bidirektional, betätigbar ist. Der erste Anschluss 182' wird mit dem ersten Zweistellungswechselventil 112 und der zweite Anschluss 183' mit dem zweiten Zweistellungswechselventil 113 verbunden. Die Zweistellungswechselventile 112, 113 sind platzsparend paarweise aufeinander befestigt und insbesondere mit der Bodenplatte 175 verschraubt. Das erste Paar Steueranschlüsse 182, 182' wird mit dem ersten Fußschalter 151 kontrolliert. Das zweite Steueranschlusspaar 183, 183' wird von dem zweiten Fußschalter 152 kontrolliert. Die Fußschalter 151, 152 sind auf dem Lager 199 freischwebend, kippbeweglich geführt. Die Beweglichkeit des ersten Fußschalters 151 ist allerdings über den ersten Betätigungsschalter 153 mit dem ersten Ventil 114 und über die zweite Hälfte des ersten Betätigungsschalters 153' mit dem ersten Sperrventil 122 verbunden. Insbesondere umfasst der erste Betätigungsschalter 153 eine mechanische Verbindung 155 zur ersten Ventildfeder 156 des ersten Ventils 114. Nur der erste Fußschalter 151 ist in einer Stellung des Tippbetriebs 187 gezeigt, wobei der erste Fußschalter 151 eine zweite Position 197 einnimmt, in der die mechanische Verbindung 155 auf das erste Ventil 114 betätigend einwirkt und dabei die erste Ventildfeder 156 komprimiert. Der betätigende Fuß ist nicht gezeigt. Die zweite Hälfte des ersten Betätigungsschalters 153' befindet sich in geöffneter Stellung, sodass das erste Sperrventil 122 geschlossen bleibt. An dem ersten Ventil 114 wird im Tippbetrieb 187 eingestellt, ob eine Fluidzufuhr über das erste Zweistellungswechselventil 112 zum ersten Steueranschluss 182' erfolgen soll, oder ob ein Fluiddruck aus dem zweiten Druckreguliertventil 121 dem ersten Steueranschluss 182 zugeführt wird. Nimmt der erste Fußschalter 151 im Tippbetrieb 187, z. B. durch Heben des betätigenden Fußes, die Neutralstellung ein, so bewirkt die erste Ventildfeder 156 der Steuereinheit 102 eine Einstellung des ersten Ventils 114 auf eine Druckversorgung des ersten Steueranschlusses 182, womit ein angeschlossener Fluidikzylinder (nicht dargestellt) aus dem Tippbetrieb 187 in eine Rückzugslagenposition (nicht dargestellt) gefahren wird.

[0062] Zwischen dem ersten Ventil 114 und dem ersten Steueranschluss 182 ist das erste Zwischendruckfreischaltventil 126 eingebaut, sodass die Verbindung, falls erforderlich, schnell unterbrochen werden kann. Das Zwischendruckfreischaltventil 126 wird gegen hohe Drücke aus der Richtung des ersten Steueranschlusses 182, 182' von einem Druckbegrenzungsventil 181 geschützt. Das Zwischendruckfreischaltventil 126 ist über das erste Vorsteuerventil 116 einstellbar, welches dem Zwischendruckfreischaltventil 126 einen zur Sperrung erforderlichen Steuerdruck bzw. Gegendruck zuführt. Wird die Steuereinheit 102 im Tippbetrieb 187 mit dem Fußschalter 151 in der zweiten Position 197 gehalten, so kann sich der Zwischendruck aus dem zweiten Druckreguliertventil 121 über die erste Drossel 118 und das geöffnete erste Vorsteuerventil 116 als Steuerdruck zum Verschließen an dem ersten Zwischendruckfreischaltventil 126 und zum Öffnen an dem ersten Hauptdruckfreischaltventil 124 aufbauen. Der Hauptdruck aus dem ersten Druckreguliertventil 120 kann bei geöffnetem ersten Hauptdruckfreischaltventil 124 dem ersten Zweistellungswechselventil 112 zugeführt werden, welches durch den anliegenden Druck eine Durchlassstellung für den Hauptdruck zum ersten Steueranschluss 182' einnimmt. Das erste Zweistellungswechselventil 112 kann eine Umgehungsleitung (nicht dargestellt) des ersten Ventils 114 öffnen, sodass eine weitere Betätigung des ersten Fußschalters 151 im Tippbetrieb 187 keinen weiteren Einfluss auf die Druckverhältnisse des ersten Steueranschlusspaares 182, 182' hat.

[0063] Um diesen Umgehungszustand bezüglich eines Ventils 114, 115 bzw. den Spannzustand zu verlassen, muss der erste Fußschalter 151 in eine Position, wie die dritte Position 198 des zweiten Fußschalters 152 geneigt werden. In der Position 198 wirkt der zweite Fußschalter 152 nicht über den zweiten Betätigungsschalter 154 auf das zweite Ventil 115, sondern über die zweite Hälfte des zweiten Betätigungsschalters 154' und zwar auf das zweite Sperrventil 123, das somit geöffnet wird. Eine, das zweite Sperrventil 123 schließende, Federkraft muss am zweiten Betätigungsschalter 154' überwunden werden. Die schließende Federkraft trägt dazu bei, den zweiten Fußschalter 152 ohne Einwirkung einer Betätigungsperson in einer Neutralstellung zu halten. Beim Öffnen des Sperrventils 123 wird ein Druck aus dem ersten Druckreguliertventil 120 zu dem zweiten Steueranschluss 183 geführt, welcher das Öffnen eines angeschlossenen Fluidikzylinders (nicht dargestellt) bewirken soll. Ein jeweils zwischen dem Sperrventil 123 und der Drossel 119 angeordnetes Druckbegrenzungsventil 181' verhindert die Rückwirkung des Drucks in den Zwischendruckbereich und auf das Ventil 115. Gleichzeitig bewirkt der durch das zweite Sperrventil 123 durchgeschaltete Druck eine Betätigung des Vorsteuerventils 117 entgegen einer Federkraft, welches die Weiterleitung eines Zwischendrucks als Gegendruck unterbricht, sodass federgetrieben das zweite Zwischendruckfreischaltventil 127 eine Durchgangsstellung und das zweite Hauptdruckfreischaltventil 125 eine Hauptdruckunterbrechungsstellung bzgl. des zweiten Zweistellungswechselventils 113 einnimmt. Das Loslassen des zweiten Fußschalters 152 überführt den zweiten Fußschalter in die Neutralstellung,

sodass über das zweite Ventil 115 wieder ein Tippbetrieb, wie der Tippbetrieb 187, aufgenommen werden kann. Der Übergang in einen zweiten Zustand eines Hauptdruckbetriebs mit der Erstellung einer Umgehungsleitung zum zweiten Ventil 115 kann nun über die zweite Drossel 119 entsprechend der obigen Beschreibung für die erste Drossel 118 nach Einstellung des Zwischendrucks als Steuerdruck an dem zweiten Zwischendruckfreischaltventil 127 und dem zweiten Hauptdruckfreischaltventil 125 automatisch erfolgen. Die Zwischendruckfreischaltventile 126, 127, die Hauptdruckfreischaltventile 124, 125 und die Vorsteuerventile 116, 117 sind in der kompakten Anordnung der Steuereinheit 102 paarweise aufeinander befestigt, vorzugsweise geschraubt.

[0064] Die Rückseite einer Steuerung 201 ist in Figur 3 skizziert. An der Rückseite des Gehäuses 274 befinden sich der Steckverbinder 278 für den Druckanschluss zur Druckquelle (nicht dargestellt) und daneben das elektromechanische Schottventil 279 zum Abkoppeln des Eingangsdrucks von dem Innendruck der Steuerung 201, sowie die Stellschraube 285 für die Einstellung des Innendrucks, insbesondere des Hauptdrucks. Das Schottventil 279 schließt bei Stromausfall, d. h. wenn eine anliegende Kontrollspannung einen Sollwert unterschreitet, entsprechend einem Interlock-System. Eine Durchschaltposition des Schottventils 279 kann ferngesteuert, z. B. über einen Steuercomputer, eingenommen werden. Weiterhin sind auf der Rückseite des Gehäuses 274 die ersten Steueranschlüsse 282, 282' und die zweiten Steueranschlüsse 283, 283' gezeigt, wobei die ersten Anschlüsse 282, 282' zur Ausgabe von Fluiddruck und Druckänderungen eines Fluids dienen, die durch Betätigen des ersten mechanischen Schalters 251 veranlasst werden, und die zweiten Steueranschlüsse 283, 283' geben einen Fluiddruck und Druckänderungen aus, die der Steuerung 201 über den zweiten mechanischen Schalter 252 angezeigt bzw. vorgegeben sind. Die mechanischen Schalter 251, 252 sind jeweils durch eine Öffnung 276 in der Bodenplatte 275 zu sehen. Wenn die Steuerung 201 auf dem Boden steht, kann durch die Öffnung 276 möglicherweise von einem nassen Schuh in das Gehäuse 275 eindringendes Wasser ablaufen. Die Steuerung 201 arbeitet stromfrei, sodass keine Gefahr von elektrischen Fehlfunktionen, wie Kurzschlüssen, besteht. Aufgrund der Elektronikfreiheit ist auch keine Auslegung nach irgendeiner höheren IP-Klasse erforderlich, sehr niedrige IP-Klassen wie 1, 2 oder 3 sind nur einzuhalten. Der erste mechanische Schalter 251 ist in einer Stellung des Hauptdruckbetriebs 286 gezeigt, wobei der erste mechanische Schalter 251 die Neutralstellung 296 einnimmt. Der Hauptdruck des Fluids wird durch den ersten Anschluss 282' ausgegeben. Weiterhin erkennbar ist die mechanische Verbindung 255, die von dem ersten mechanischen Schalter 251 auf das erste Ventil 214, das unter der Bodenplatte 275 verborgen ist, wirkt. Ein Voreinstellbereich 292 ist an der Bodenplatte 275 angeordnet. Der Voreinstellbereich 292 ermöglicht die genaue Einstellung der mechanischen Verbindung 255, abgestimmt auf den Schaltzustand des Ventils 214. Das Ventil 214 ist in dem Voreinstellbereich 292 entlang einer Achse, die den ersten mechanischen Schalter 251 überschneidet, verschiebbar. Der Federkraft des ersten Ventils 214, die über die mechanische Verbindung 255 auf den ersten mechanischen Schalter 251 wirkt, steht die Kraft der Rückstellfeder 284 entgegen. Die Rückstellfedern 284, 284' sind einstellbar, sodass der erste mechanische Schalter 251 bzw. der zweite mechanische Schalter 252 betätigungsfrei in einer schwebenden Position gehalten werden. Der zweite mechanische Schalter 252 ist allerdings in eine dritte Position 298 gedrückt gezeigt, die einem zweiten Hauptdruckbetrieb 286' zugeordnet ist. Der erste Hauptdruckbetrieb 286 und der zweite Hauptdruckbetrieb 286' unterscheiden sich durch eine entgegengesetzte Wirkung. Der erste Hauptdruckbetrieb 286 wird von der Steuerung 201 automatisch unterstützt, wenn der erste mechanische Schalter 251 die Neutralstellung eingenommen hat. Der zweite Hauptdruckbetrieb 286' wird von der Steuerung 201 automatisch beendet, wenn der zweite mechanische Schalter 252 die Neutralstellung einnimmt. Der erste Hauptdruckbetrieb 286 ordnet an dem ersten mechanischen Schalter 251 dem ersten Steueranschlüssen 282' einen erhöhten Fluiddruck zu, während der erste Steueranschluss 282 geschaltet ist. Der zweite Hauptdruckbetrieb 286' ordnet dem zweiten Steueranschluss 283 einen erhöhten Fluiddruck zu, während der zweite Steueranschluss 283' druckfrei geschaltet ist. Der erste mechanische Schalter 251 und der zweite mechanische Schalter 252 können jeweils wechselweise die Steuereinheit (nicht gezeigt) in einen ersten Hauptdruckbetrieb 286 oder in einen zweiten Hauptdruckbetrieb 286' stellen, sodass z. B. in der Steuerung 201 gleichzeitig zwei erste Hauptdruckbetriebe wie der erste Hauptdruckbetrieb 286 ausführbar sind. Im Fall der Position 296 des ersten mechanischen Schalters 251 ist mit der Kraft des Hauptdrucks ein Fluidikzylinder (nicht dargestellt) verspannbar. Im Falle der Position 298 des zweiten mechanischen Schalters 252 wird durch Wirkung des Hauptdrucks ein zweiter Fluidikzylinder (nicht dargestellt) geöffnet. Die Position 298, kann auch aus einem Tippbetrieb heraus zum Not-Öffnen eingenommen werden. Wird nach Betätigung der Position 298 des zweiten mechanischen Schalters 252 dieser in die Neutralstellung entlassen, so erfolgt automatisch ein Übergang der Steuerung 201 in einen Zwischendruckbetrieb, der den Fluidikzylinder in eine Rückzugslagenposition fährt.

[0065] Die Steuereinheit 302 von Figur 4 weist einen Wirkungsbereich auf, wozu der Aktuator 303 gehört, und die Steuereinheit 302 weist einen Druckbereitstellungsbereich auf, mit dem Aktivierungsventil 379, dem Rückschlagventil 330, dem ersten Druckregulierventil 320, dem zweiten Druckregulierventil 321 und der Druckverteilung 344. Arbeitsdruck wird aus einer Fluiddruckquelle 372 für die Steuereinheit 302 bereitgestellt. Zwischen dem Wirkungsbereich und dem Druckbereitstellungsbereich ist der eigentliche Steuerbereich angeordnet, der insbesondere die Zweistellungswechselventile 312, 313 und die Bewegungsventile 328, 329 und mehrere Zweistellungsventile 316, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 327 und Drosseln 318, 319, 331, 331' umfasst.

[0066] Der Aktuator 303 umfasst den ersten Fluidikzylinder 304 und den zweiten Fluidikzylinder 310, die jeweils

unabhängig voneinander betätigbar sind. Der Aktuator 303 ist vollkommen sensorfrei. Die Steuereinheit 302, bis auf ein Sicherheitsventil, nämlich auf das Aktivierungsventil 379, das in einer Ausführungsform auch entfallen kann, kommt ohne Sensoren und insbesondere ohne Stromversorgung aus. Der erste Zustand 390 ist ein Tippbetrieb für den ersten Fluidikzylinder 304. Ein entsprechender erster Zustand wie der erste Zustand 390 kann auch in der Steuereinheit 302 für den zweiten Fluidikzylinder 310 eingenommen werden. Der erste Fluidikzylinder 304 wirkt auf die erste Prüfaufnahme 332. Der zweite Fluidikzylinder 310 wirkt auf die zweite Prüfaufnahme 333, wobei sich der zweite Fluidikzylinder 310 in der Rückzugslagenposition 366 befindet. Die Prüfaufnahmen können nach einem Aspekt auch als Aktuatorplatten bezeichnet werden. Ein Fluidikzylinder, wie der erste Fluidikzylinder 304, umfasst einen Kolben 305, dem eine erste Seite 308 und eine zweite Seite 309 zugeordnet ist. Die erste Seite 308 des Kolbens 305 begrenzt die erste Kammer 306 und die zweite Seite 309 begrenzt die zweite Kammer 307. Der erste Fluidikzylinder 304 ist durch Zuführung eines Fluiddrucks durch den ersten Anschluss 338 in die erste Kammer 306 oder durch Zuführung eines Fluiddrucks durch den zweiten Anschluss 339 in die zweite Kammer 307, insbesondere wechselweise, betätigbar. Der Kolben 305 ist bezüglich des Fluidikzylinders 304 bewegbar. Für die Beweglichkeit von besonderem Vorteil ist es, wenn das erste Zweistellungswechselventil 312, das über die zweite Verbindung 341 mit der zweiten Kammer 307 verbunden ist, einen Zufluss des Fluids aus dem ersten Ventil 314 in die zweite Kammer 307 ermöglicht. Die Stellung des Kreises bzw. der Kugel im Zweistellungswechselventil 312 in einer Abdichtstellung bezüglich der ersten Zuleitung 342, entspricht der Durchflussverbindung zwischen der zweiten Zuleitung 343 und der zweiten Verbindung 341. Das erste Hauptdruckfreischaltventil 324, in der Ausführung eines Zweistellungsventils, das mit einem Steuerdruck gegen die fünfte Ventildfeder 360 betätigbar ist, bildet über die erste Zuleitung 342, die mit dem Zweistellungswechselventil 312 an die zweite Verbindung 341 anschließbar ist, die Hauptdruckseite 334 für die Betätigung des ersten Fluidikzylinders 304 durch den zweiten Anschluss 339. Im ersten Zustand 390 steht allerdings die Zuleitung 342 druckfrei durch das erste Hauptdruckfreischaltventil 324 und die Zwischendruckseite 335 ist aktiv. Das erste Ventil 314 in der Gestalt eines Zweistellungsventils kann durch Betätigung im ersten Betätigungsschalter 353 mittels Fluiddruck auf die zweite Kammer 307 einwirken. So gelangt ein Tippbetriebsdruck 380 an den Kolben 305. In der gezeigten Stellung des ersten Ventils 314 wird ein Zwischendruck aus dem zweiten Druckregulierventil 321 in die erste Verbindung 340 zum ersten Anschluss 338 in die erste Kammer 306 durchgeleitet. Durch Verschiebung des Kolbens 305 wird Fluid aus der zweiten Kammer 307 nacheinander durch den zweiten Anschluss 339, die zweite Verbindung 341, das erste Zweistellungswechselventil 312, die zweite Zuleitung 343, das erste Ventil 314 in die zweite Ausflussleitung 349 und über einen angeschlossenen zweiten Schalldämpfer 347 in ein Umgebungsreservoir abgeleitet. In einem weiteren Zustand bleibt der Druck in der zweiten Kammer 307 konstant, während eine Druckerhöhung in der ersten Kammer 306 den Kolben 305 in Richtung der zweiten Kammer 307 bewegt. Die Stellung des ersten Ventils 314 entspricht dabei einer Neutralstellung, die von der ersten Ventildfeder 356 gehalten wird. In der ersten Verbindung 340 zwischen dem ersten Ventil 314 und dem ersten Anschluss 338 sind sequentiell noch das erste Zwischendruckfreischaltventil 326, die Drossel 331 und der einstellbare Druckbegrenzer 381 angeordnet. Der Druckbegrenzer 381 ist auf den Druck des zweiten Regulierventils anpassbar. Die Durchflussgeschwindigkeit durch die Drossel 331 ist einstellbar, in einer alternativen Ausführung kann sie auch permanent fixierbar sein. Wenn das erste Ventil 314 als Bewegungsventil 328 arbeitet, ist mit der Drossel 331 eine Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 305 einstellbar. Damit lässt sich die Bedienbarkeit der Steuereinheit 302 noch komfortabler gestalten. Der Druckbegrenzer 381 gewährt zusätzliche Sicherheit zum Schutz der Steuereinheit 302 vor Überdrücken und zum Schutz des Fluidikzylinders 304 vor einer möglichen fehlerhaften Einstellung des zweiten Druckregulierventils 321. Der Bereich der Steuereinheit 302, mit dem eine Durchleitungsverbindung zwischen dem zweiten Druckregulierventil 321 und einem Anschluss 338, 339 erstellbar ist, wird auch als Zwischendruckbereich, der dem Druck auf der Zwischendruckseite 335 entspricht, bezeichnet. Mit dem ersten Betätigungsschalter 353 kann, durch Betätigung des ersten Ventils 314, eine Bewegungsrichtung des ersten Kolbens 305 umgekehrt werden. Dazu wird in einer zweiten Stellung des Ventils 314 Fluid aus der ersten Kammer 308 durch die erste Verbindung 340, die erste Ausflussleitung 348 und den ersten Schalldämpfer 346 in ein Reservoir (nicht dargestellt) abgeleitet. Gleichzeitig wird Fluid, das unter einem Zwischendruck steht, aus dem zweiten Druckregulierventil 321 über die zweite Zuleitung 343 in die zweite Kammer 307 eingebracht, sodass sich das Volumen der zweiten Kammer 307 vergrößert, das Volumen der ersten Kammer 306 entsprechend verkleinert und der erste Kolben 305 sich in Richtung der ersten Prüfaufnahme 332 bewegt, was als Vorwärtsrichtung bezeichnet werden kann.

[0067] Wenn die Vergrößerung des Volumens der zweiten Kammer 307 abgeschlossen ist, kommt der Zufluss von Fluid in die zweite Kammer 307 zum Stillstand und im gesamten Zwischendruckbereich auf der Zwischendruckseite 335 stellt sich ein Maximaldruck ein. Dieser Zwischendruck wird auf Grund der ersten Drossel 318 verzögert als Steuerdruck bzw. Gegendruck an dem ersten Zwischendruckfreischaltventil 326 und dem ersten Hauptdruckfreischaltventil 324 angelegt. Dieser Bereich der Steuereinheit 302 wird auch als Gegendruckseite 336 bezeichnet. Wenn der Gegendruck die Haltekraft der fünften Ventildfeder 360 sowie die Haltekraft der neunten Ventildfeder 364 übersteigt, geht die Steuereinheit 302 automatisch in einen Hauptdruckbetrieb über. Hierbei wird die Hauptdruckseite 334 aktiviert, indem das erste Hauptdruckfreischaltventil 324 aus der Sperrstellung 369 in die Durchschaltstellung 370 übergeht, und der anliegende Hauptdruck aus der Hauptdruckleitung 345 durch die erste Zuleitung 342 das erste Zweistellungswechsel-

ventil 312 auf Durchlass in die Verbindung 341 zur zweiten Kammer 307 schaltet. Dabei wird die zweite Zuleitung 343 verschlossen. Der Gegendruck betätigt auch das erste Zwischendruckfreischaltventil 326 gegen die neunte Ventildfeder 364 und schaltet aus der Durchschaltstellung 370' in die Sperrstellung 369' des Zweistellungsventils, dem Zwischendruckfreischaltventil 326, um. In dieser Stellung kann das erste Bewegungsventil 328 keine Bewegung des ersten Fluidikzylinders 304 mehr bewirken. Ein hier beschriebener erster Hauptdruckbetriebszustand kann nur durch einen weiteren Hauptdruckbetriebszustand unterbrochen bzw. beendet werden, wofür eine Betätigung des ersten Betätigungsschalters 353' an dem ersten Sperrventil 322 erforderlich wäre. Das erste Sperrventil 322 wird durch die dritte Ventildfeder 358 in einer Sperrstellung gehalten, die jedoch durch Kompression der dritten Ventildfeder 358 in die zweite, durchgängige Stellung des Sperrventils 322 des Typs Zweistellungssperrventil übergehen kann. Dabei wird ein Arbeitsdruck bzw. ein Quelledruck 372 in die Hauptdruckleitung 345' durchgeschaltet, welcher durch den ersten Anschluss 338 in der ersten Kammer 306 anliegt und auf die erste Seite 308 des Kolbens 305 wirkt. Gleichzeitig erfolgt eine Rückkopplung 350 des Arbeitsdrucks als Steuerdruck bzw. Gegendruck auf das erste Vorsteuerventil 316 entgegen der siebten Ventildfeder 362. Das Vorsteuerventil 316 ist ein Zweistellungsventil, das von einer federbetätigten Durchschaltstellung für den Zwischendruck aus dem zweiten Druckreguliertventil 321 in eine gegendruckbetätigte Sperrstellung für den Zwischendruck übergeht und in der Sperrstellung die Gegendruckseite 336 der Steuereinheit 302 druckfrei stellt, sodass das erste Zwischendruckfreischaltventil 326 durch die neunte Ventildfeder 364 und das erste Hauptdruckfreischaltventil 324 durch die fünfte Ventildfeder 360 federbetätigt die Stellung des ersten Zustands 390 einnehmen. Im ersten Zustand 390 ist die Verzweigung 337 Teil einer Rückkopplung 350' des Zwischendrucks aus dem Druckreguliertventil 321 auf die Gegendruckseite 336 zur automatischen Steuerung des Zwischendruckfreischaltventils 326 und des Hauptdruckfreischaltventils 324, wobei die Rückkopplung über die einstellbare Drossel 318 zeitverzögert erfolgt.

[0068] In entsprechender Weise wie der erste Fluidikzylinder 304 kann auch der zweite Fluidikzylinder 310 mit dem zweiten Bewegungsventil 329 bewegt werden, wobei die Stellgeschwindigkeit durch die Drossel 331' und/oder die Zeit für den automatischen Übergang in den Hauptdruckbetrieb mit der zweiten Drossel 319 einstellbar ist. Die erste Stellung 367 des zweiten Ventils 315 kann entgegen der zweiten Ventildfeder 357 in die Arbeitsstellung 368 des zweiten Ventils 315 überführt werden, sodass der zweite Fluidikzylinder 310 aus der Rückzugslagenposition 366 herausbewegt wird. Zur Ansteuerung des zweiten Fluidikzylinders 310 kann entsprechend zum ersten Fluidikzylinder 304 das zweite Zweistellungswechselventil 313 automatisch mittels Gegendruck auf die sechste Ventildfeder 361 des zweiten Hauptdruckfreischaltventils 325 und mittels Gegendrucks auf die zehnte Ventildfeder 365 des zweiten Zwischendruckfreischaltventils 327 betätigt werden. Über eine Gegendruckbetätigung gegen die achte Ventildfeder 363 des zweiten Vorsteuerventils 317, das von einer Betätigungsperson des zweiten Sperrventils 323 entgegen der vierten Ventildfeder 359 geschaltet werden kann, geht ein erster Hauptdruckbetrieb in einen zweiten Hauptdruckbetrieb über. Der Übergang aus dem zweiten Hauptdruckbetrieb in den ersten Hauptdruckbetrieb ist allerdings nur automatisch aus einem vollendeten Zwischendruckbetrieb möglich, in dem die Arbeitsstellung 368 über ein festgelegtes Zeitintervall gehalten bleibt.

[0069] Die Steuereinheit 402 in Figur 5 ist wiederum zweigliedrig aufgebaut, d. h., sie hat die Möglichkeit, zwei Aktuatoren 403 zu betätigen, und sie entspricht in zahlreichen Komponenten dem Aufbau der Steuereinheit 302 aus Figur 4. Die Steuereinheit 402 in Figur 5 ermöglicht die Betätigung des Aktuators 403, genauer der Aktuatoren 403, die den ersten Fluidikzylinder 404 und den zweiten Fluidikzylinder 410 umfassen, wobei die Fluidikzylinder 404, 410 getrennt voneinander bewegbar sind. Eine Bewegung im Aktuator 403 kann z. B. mittels des ersten Ventils 414 oder des ersten Sperrventils 422 für den ersten Fluidikzylinder 404 bzw. mittels des zweiten Ventils 415 oder des zweiten Sperrventils 423 für den zweiten Fluidikzylinder 410 ausgeführt werden. Die Sperrventile 422, 423 sind Zweistellungsventile. Im Gegensatz zu der Steuereinheit 302 aus Figur 3 sind die Ventile 414, 415 Dreistellungsventile. Zwei spiegelbildlich angeordnete Stellungen des ersten Ventils 414 in Figur 5 bilden die Betätigungsstellungen 471, 471', wobei in einer ersten Betätigungsstellungen 471 Fluid zu dem ersten Zwischendruckfreischaltventil 426 oder in einer weiteren Betätigungsstellung 471' Fluid zu dem ersten Zweistellungswechselventil 412 zuleitbar ist. Die Betätigungsstellungen 471, 471' sind an den Enden des Kolbens des ersten Ventils 414 auffindbar und sind in einem Schaltbild spiegelbildlich einzuzeichnen. In der in Figur 5 geschalteten Betätigungsstellung 471 wird der Bewegungsdruck 488 dem ersten Fluidikzylinder 404 zugeführt und der Bewegungsdruck 488' aus dem ersten Fluidikzylinder 404 über das erste Zweistellungswechselventil 412 und den Freischaltzustand 493 abgeführt. Mit der Betätigungsstellung 471, 471' sind der Freischaltungszustand 493 und der Freischaltungszustand 493' jeweils einer zu steuernden Bewegungsrichtung der Steuereinheit 402 zugeordnet. Eine dritte, auf einer Spiegelachse (nicht dargestellt) der spiegelbildlich angeordneten Betätigungsstellung 471 und 471' befindliche Stellung des ersten Ventils 414 ist die Neutralstellung 496, in der alle Anschlusleitungen des ersten Ventils 414 gesperrt sind, sodass in dieser Stellung der erste Fluidikzylinder 404 zumindest während zumindest einer ersten Phase bewegungslos verharrt. In der Neutralstellung 496 erfolgt keine manuelle Betätigung des ersten Ventils 414. Mittels Fußbetätigung eines Fußschalters (nicht dargestellt) in eine Richtung, die zu einem zweiten Hauptdruckbetrieb an dem ersten Sperrventil 422 führt, hat ein Zwischendruck 488 gemäß Figur 5 den ersten Fluidikzylinder 404 geöffnet.

[0070] Der Hauptdruck 495 ist mit dem ersten Sperrventil 422 zu dem ersten Fluidikzylinder 404 durchgängig schaltbar. Über die Rückkopplung 450 kann der Hauptdruck 495 auf das erste Vorsteuerventil 416 einwirken und so die Rück-

kopplungsfreischaltung 494 bestimmen. In der Rückkopplungsfreischaltung 494 erfolgt weiterhin die Rückkopplungsfreischaltung 494" des ersten Hauptdruckfreischaltventils 424 und insbesondere die Beendigung der Rückkopplungsfreischaltung 494' des ersten Zwischendruckfreischaltventils 426. Ist das als erstes Vorsteuerventil 416 verwendete Zweistellungsventil entsprechend Figur 5 nicht in Freischaltungsstellung 494, kann sich über die erste Drossel 418 allmählich ein Gegendruck zur Steuerung des ersten Zwischendruckfreischaltventils 426 und des ersten Hauptdruckfreischaltventils 424 aufbauen, der diese Ventile 424, 426 bei einem erreichten Mindestdruck automatisch, d. h. gegen eine Feder (ohne Bezugszeichen), betätigt. Durch ein druckbetätigtes erstes Hauptdruckfreischaltventil 424 ist der Spanndruck 489 am ersten Fluidikzylinder 404 durch das erste Zweistellungswechselventil 412 hindurch anlegbar. Der Spanndruck 489 ist über das erste Druckreguliertventil 420 gegenüber dem Quelledruck 472, der im Wesentlichen dem Hauptdruck 495 entspricht, insbesondere für einen Benutzer variabel einstellbar und der Spanndruck 489 kann am Manometer 477 abgelesen werden. So ist z. B. bei einem Quelledruck 472 von 12 bar ein Spanndruck von 10 bar einstellbar. Der Spanndruck 489 ist sowohl dem ersten Fluidikzylinder 404 als auch dem zweiten Fluidikzylinder 410 zuführbar, weshalb die Steuereinheit 402, ähnlich wie die Steuereinheit 102 in Figur 2 und die Steuereinheit 302 in Figur 4, mit einer geringen Anzahl von Ventilen auskommt, was einen ohnehin sehr geringen Wartungsbedarf einer erfindungsgemäßen Steuerung noch weiter vermindert. Durch die Konfiguration von Figur 5 ist es möglich, den ersten Fluidikzylinder 404 durch das erste Sperrventil 422 mit einem höheren Druck, dem Hauptdruck 495, zu beaufschlagen als dem Spanndruck 489, der durch das erste Hauptdruckfreischaltventil 424 auf den Fluidikzylinder 404 schaltbar ist. Möglicherweise auftretende leichte Verklemmungen bei der Verspannung des ersten Fluidikzylinders 404 bzw. einer betätigten Prüfaufnahme (nicht dargestellt) sind damit lösbar. Der Zwischendruck 488, der mit z. B. maximal 2 bar kleiner als der Hauptdruck und kleiner als der Spanndruck ist, wird aus dem zweiten Druckreguliertventil 421 sowohl für den ersten Fluidikzylinder 404 als auch für den zweiten Fluidikzylinder 410, z. B. durch das zweite Ventil 415 und das zweite Zweistellungswechselventil 413, also für den gesamten Aktuator 403 bereitgestellt.

[0071] Die in den einzelnen Figuren gezeigten Ausgestaltungsmöglichkeiten lassen sich auch untereinander in beliebiger Form verbinden. Alle an einem Fluidikzylinder beschriebenen Betätigungen und Bewegungen können insbesondere auch an einem zweiten Fluidikzylinder mit jeweils dazu vorgesehenen Komponenten ausgeführt werden. Komponenten zur Bewegung eines Fluidikzylinders können mit weiteren fluidischen Komponenten kombiniert werden, um den Bewegungsablauf eines Fluidischen Zylinders zwischen einer Rückzugslagenposition und einer Spannlagenposition automatisch z. B. mit einem Zwischenschritt erfolgen zu lassen. Eine Fluidische Steuerung kann zum Steuern einer Mehrzahl von Fluidikzylindern, z. B. durch Vervielfältigung von Fluidischen Schaltkreisen, ausgebildet werden.

[0072] Die Steuerung ist weiterhin vielseitig einsetzbar, weil ohne zusätzliche Sensorik die Anschlagposition einer durch Fluidikzylinder betätigten Spannbacke an einem ersten Probenkörper und an einem im Vergleich dazu dickeren zweiten Probenkörpers variabel bei einem Probenwechsel einnehmbar ist. Die Verwendung bewährter mechanischer Bauteile ermöglicht die Integration der Steuerung in viele verschiedene Meßaufbauten und einen fehlerresistenten Betrieb selbst unter Betriebsbedingungen, die besondere Ansprüche an die Zuverlässigkeit von Material und Technik stellen.

Bezugszeichenliste

[0073]

1, 101, 201	Steuerung
102, 302, 402	Steuereinheit
303, 403	Aktuator
304, 404	erster Fluidikzylinder
305	Kolben
306	erste Kammer
307	zweite Kammer
308	erste Seite
309	zweite Seite
310, 410	zweiter Fluidikzylinder
112, 312, 412	erstes Zweistellungswechselventil
113, 313, 413	zweites Zweistellungswechselventil
114, 214, 314, 414	erstes Ventil
115, 315, 415	zweites Ventil
116, 316, 416	erstes Vorsteuerventil
117, 317	zweites Vorsteuerventil

EP 2 631 496 A2

(fortgesetzt)

	118, 318, 418	erste Drossel, insbesondere einstellbare Drossel
	119, 319	zweite Drossel, insbesondere einstellbare Drossel
5	120, 320, 420	erstes Druckregulierventil
	121, 321, 421	zweites Druckregulierventil
	122, 322, 422	erstes Sperrventil
	123, 323, 423	zweites Sperrventil
10	124, 324, 424	erstes Hauptdruckfreischaltventil
	125, 325	zweites Hauptdruckfreischaltventil
	126, 326, 426	erstes Zwischendruckfreischaltventil
	127, 327	zweites Zwischendruckfreischaltventil
	328	erstes Bewegungsventil
15	329	zweites Bewegungsventil
	330	Rückschlagventil
	331, 331'	Drossel
	332	Erste Prüfaufnahme, insbesondere Aktuatorplatte
20	333	Zweite Prüfaufnahme, insbesondere Aktuatorplatte
	334	Hauptdruckseite
	335	Zwischendruckseite
	336	Gegendruckseite, insbesondere des Vorsteuerventils
	337	Verzweigung
25	338	erster Anschluss
	339	zweiter Anschluss
	340	erste Verbindung
	341	zweite Verbindung
	342	erste Zuleitung
30	343	zweite Zuleitung
	144, 344	Druckverteilung, insbesondere Verteilerkreuz
	345, 345'	Hauptdruckleitung
	346	erster Schalldämpfer
35	347	zweiter Schalldämpfer
	348	erste Ausflussleitung
	349	zweite Ausflussleitung
	350, 350', 450	Rückkopplung
40	51, 151, 251	erster mechanischer Schalter, insbesondere Fußschalter
	52, 152, 252	zweiter mechanischer Schalter, insbesondere Fußschalter
	153, 153', 353, 353'	erster Betätigungsschalter
	154, 154'	zweiter Betätigungsschalter
	155, 255	mechanische Verbindung
45	156, 356	erste Ventildfeder
	357	zweite Ventildfeder
	358	dritte Ventildfeder
	359	vierte Ventildfeder
	360	fünfte Ventildfeder
50	361	sechste Ventildfeder
	362	siebte Ventildfeder
	363	achte Ventildfeder
	364	neunte Ventildfeder
55	365	zehnte Ventildfeder
	366	Rückzugslagenposition
	367	erste Stellung, insbesondere Ruhestellung
	368	zweite Stellung, insbesondere Arbeitsstellung

(fortgesetzt)

	369, 369'	Sperrstellung
	370, 370'	Durchschaltstellung
5	471, 471'	Betätigungsstellung
	372, 472	Druckquelle, insbesondere Quellendruck bzw. Arbeitsdruck
	73	Winkel
	74, 174, 274	Gehäuse
10	75, 175, 275	Bodenplatte
	276	Öffnung
	77, 177, 477	Manometer
	78, 178, 278	Druckanschluss, insbesondere Steckverbinder
	179, 279, 379	Sicherheitsventil bzw. Aktivierungsventil, insbesondere elektromechanisches Schottventil
15	380	Tippbetriebsdruck, insbesondere Zwischendruck
	181, 181', 381	einstellbarer Druckbegrenzer
	182, 182', 282, 282'	erster Steueranschluss
	183, 183', 283, 283'	zweiter Steueranschluss
20	284, 284'	Rückstellfeder
	85, 185, 285	Stellschraube
	286, 286'	Hauptdruckbetrieb
	187	Tippbetrieb
	488, 488'	Bewegungsdruck, insbesondere Zwischendruck
25	489	Spanndruck, insbesondere Hauptdruck
	390	erster Zustand,
	292	Voreinstellbereich
	493, 493'	Freischaltungszustand
30	494, 494', 494"	Rückkopplungsfreischaltung
	495	Hauptdruck
	96, 296, 496	erste Position, insbesondere Neutralstellung
	97, 197	zweite Position
	198, 298	dritte Position
35	199	Lager

Patentansprüche

- 40 1. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402), insbesondere fluidische Fußsteuereinheit, vorzugsweise für Werkstoffprüfmaschinen,
mit der wenigstens ein Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) verfahrbar ist, vorzugsweise zwei Fluidikzylinder, ein
erster Fluidikzylinder (304, 404) und ein zweiter Fluidikzylinder (310, 410), unabhängig voneinander verfahrbar sind,
wobei die Steuereinheit (102, 302, 402) in einem Zustand (390) jeweils einen Tippbetrieb (187) pro Fluidikzylinder
45 (304, 404, 310, 410) anbietet und
in einem zweiten Zustand einen Hauptdruckbetrieb (286) für den wenigstens einen Fluidikzylinder (304, 404, 310,
410) anbietet,
wobei ein Wechsel des Zustands der Steuereinheit (102, 302, 402) selbsttätig von einem Tippbetrieb (187) in einen
der Hauptdruckbetriebe (286) erfolgt,
50 **dadurch gekennzeichnet, dass**
ein erstes, wenigstens zwei Stellungen umfassendes Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) mit einem Anschluss
(338, 339) fluidisch auf eine Seite (308, 309) eines Kolbens (305) des wenigstens einen Fluidikzylinders (304, 404,
310, 410) und
mit einem anderen Anschluss (338, 339) fluidisch über eine Verbindung (340, 341) auf eine zweite Seite (308, 309)
des Kolbens (305) des Fluidikzylinders geführt (304, 404, 310, 410) ist,
55 wobei in der Verbindung (340, 341) zwischen erstem Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) und Fluidikzylinder
(304, 404, 310, 410) ein Zweistellungswechselventil (112, 312, 412 113, 313, 413) angeordnet ist und
in einer Zuleitung (342) zu dem Zweistellungswechselventil (112, 312, 412 113, 313, 413) ein fluidisch zu betäti-

gendes Hauptdruckfreischaltventil (124, 324, 424, 125, 325) angeordnet ist,
dessen Betätigung vorzugsweise von einem Vorsteuerventil (116, 316, 416, 117, 317) ausübbar ist.

2. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
in wenigstens einer Verbindung (340, 341, 342) zu dem Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) ein weiteres Zweistellungsventil (124, 324, 424, 125, 325, 126, 326, 426, 127, 327) angeordnet ist, das ein fluidisch gegengespanntes, insbesondere federvorgespanntes Zweistellungsventil (124, 324, 424, 125, 325, 126, 326, 426, 127, 327) ist, das vorzugsweise eine Sperrstellung (369, 369') und eine Durchschaltstellung (370, 370') in Abhängigkeit einer fluidischen Gegenspannung hat.
3. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Zweistellungswechselventil (112, 312, 412 113, 313, 413) ein Kugelsitzventil in der Form eines Rückschlagventils (330) ist, das eine Verbindung von einer Hauptdruckseite (334) oder von einer Zwischendruckseite (335) in eine Kammer (306, 307) des Fluidikzylinders (304, 404, 310, 410) in Abhängigkeit der Druckverhältnisse zwischen Hauptdruckseite (334) und Zwischendruckseite (335) an dem Zweistellungswechselventil (112, 312, 412 113, 313, 413) freischaltet.
4. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
ein drittes Zweistellungsventil, das ein federvorgespanntes Zweistellungsventil ist, als das Vorsteuerventil (116, 316, 416, 117, 317) für nachgeschaltete, insbesondere gleichartige, Zweistellungsventile (124, 324, 424, 125, 325, 126, 326, 426, 127, 327) auf wenigstens eine fluidische Gegendruckseite (336) geführt ist.
5. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**
eine, insbesondere einstellbare, Drossel (118, 318, 418, 119, 319) auf einer Druckseite des Vorsteuerventils (116, 316, 416, 117, 317) als Verzögerungsglied Einfluss auf eine Druckanpassung nach dem Vorsteuerventil (116, 316, 416, 117, 317) hat.
6. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das erste Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) in einer ersten Stellung, der Ruhestellung (367), einen Zwischendruck (488, 488') über Ventiltglieder auf eine Rückzugslagenposition (366) des Fluidikzylinders (304, 404, 310, 410) führt und vorzugsweise das erste Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) in einer zweiten Stellung, der Arbeitsstellung (368), den Zwischendruck (488) an das Zweistellungswechselventil (112, 312, 412 113, 313, 413) weiterleitet.
7. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
eine fluidische Rückkopplung (350) zu einer fluidischen Gegendruckseite (336) des Vorsteuerventils (116, 316, 416, 117, 317) geleitet ist.
8. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
ein mechanisch zu betätigendes Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423), insbesondere federvorgespannt, in Abhängigkeit von seiner Betätigung eine Verbindung (345') von einer Druckverteilung (344) in die Rückkopplung (350) freigibt.
9. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
ein mechanischer Betätigungsschalter (153, 153', 353, 353', 154, 154'), insbesondere kippbeweglich, zu mindestens zwei Positionen, an zwei der Ventile (114, 214, 314, 414, 122, 322, 422, 115, 315, 415, 123, 323, 423) der Steuereinheit (102, 302, 402), insbesondere an einem der Ventile (114, 314, 414, 115, 315, 415) mit mindestens zwei Stellungen und an dem Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423), in wechselweiser Betätigung gegen eine Federvorspannung angreift,
wobei vorzugsweise eine Neutralstellung (96, 296, 496) des Betätigungsschalters (153, 153', 353, 353', 154, 154') gegeben ist, in der keines der beiden Ventile (114, 214, 314, 414, 122, 322, 422, 115, 315, 415, 123, 323, 423), weder das Ventil (114, 214, 314, 414, 115, 315, 415) mit mindestens zwei Stellungen noch das Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423), in einer mechanischen Betätigungsstellung (471) sind.

10. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 ein erstes Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) als erstes Bewegungsventil (328) und ein zweites Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) als zweites Bewegungsventil (329),
 5 ein erstes Zweistellungswechselventil (112, 312, 412, 113, 313, 413) und ein zweites Zweistellungswechselventil (112, 312, 412, 113, 313, 413),
 ein erstes Vorsteuerventil (116, 316, 416, 117, 317), insbesondere in der Ausgestaltung als drittes Zweistellungsventil, und ein zweites Vorsteuerventil (116, 316, 416, 117, 317), insbesondere in der Ausgestaltung als viertes Zweistellungsventil,
 10 ein erstes Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423) und ein zweites Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423),
 ein erstes Zwischendruckfreischaltventil (126, 326, 426, 127, 327), insbesondere fluidisch gegengespannt, und ein zweites Zwischendruckfreischaltventil (126, 326, 426, 127, 327), insbesondere fluidisch gegengespannt, und
 ein erstes Hauptdruckfreischaltventil (124, 324, 424, 125, 325), insbesondere fluidisch gegengespannt, und ein zweites Hauptdruckfreischaltventil (124, 324, 424, 125, 325), insbesondere fluidisch gegengespannt, vorhanden
 15 sind, wobei vorzugsweise jeweils ein erstes Ventil jeden Typs und ein erster Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) einer ersten Prüfaufnahme (332, 333) und jeweils ein zweites Ventil jeden Typs und ein zweiter Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) einer zweiten Prüfaufnahme (332, 333) zugeordnet sind.
11. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
 20 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Steuereinheit (102, 302, 402) mit wenigstens einem Fußschalter (51, 151, 251, 52, 152, 252), wie einem durch Muskelkraft betätigbaren Tippschalter, insbesondere zur Steuerung (1, 101, 201) von wenigstens einem Aktuator (303, 403), wie ein Linearzylinder, z. B. eines Probenhalters, der den Fluidikzylinder (310, 410) umfasst, ausgestattet ist,
 25 wobei der Fußschalter (51, 151, 251, 52, 152, 252) mindestens drei Positionen (96, 296, 496, 97, 197, 198, 298) aufweist, von denen wenigstens zwei mit einer Betätigungsstellung mindestens eines der Ventile (114, 214, 314, 414, 122, 322, 422, 115, 315, 415, 123, 323, 423) wirksam verbunden sind, und
 von denen eine erste Position eine Neutralstellung (96, 296, 496) ist, in der insbesondere bei Erreichen eines Druckniveaus ein Spanndruck (489) des Aktuators (303, 403) beihaltbar ist,
 30 wobei in einer zweiten Position (97, 197) des Fußschalters (51, 151, 251, 52, 152, 252) eine Federkraft von dem zu betätigenden Ventil (114, 314, 414, 122, 322, 422, 115, 315, 415, 123, 323, 423), das einen Stelldruck, der vorzugsweise geringer ist als ein Spanndruck (498), an den Aktuator (303, 403) weiterleitet, kompensiert ist,
 und wobei vorzugsweise in der dritten Position (198, 298) des Fußschalters (51, 151, 251, 52, 152, 252), die der Kraft einer Rückstellfeder (284, 284') entgegen steht, ein Entlastungsventil (122, 322, 422, 123, 323, 423; 114, 314,
 35 414, 115, 315, 415) wie das Sperrventil (122, 322, 422, 123, 323, 423) zur Verringerung eines Schließdrucks (488) und/oder des Spanndrucks (489) betätigbar ist.
12. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 40 in einem Übergangsbereich zwischen der zweiten Position (97, 197) und der dritten Position (198, 298), insbesondere zwischen der zweiten Position (97, 197) und der Neutralstellung (96, 296, 496), des Fußschalters (51, 151, 251, 52, 152, 252) mit dem Ventil (114, 214, 314, 414, 115, 315, 415) ein Fluidvolumen in einer Fluidkammer (304, 404, 310, 410, 306, 307) des Aktuators (303, 403) kontinuierlich einstellbar ist, das proportional zu einer Stellung einer mittels Fluiddruck beweglichen Aktuatorkomponente (304, 404, 310, 410, 305, 308, 309) ist.
- 45 13. Fluidische Steuereinheit (102, 302, 402) nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 eine erste Kammer (304, 404, 310, 410, 306, 307) des Aktuators (303, 403) in der Neutralstellung des Fußschalters (51, 151, 251, 52, 152, 252) den Zwischendruck (488, 488') aufweist, dem eine Krafrichtung auf mindestens eine beweglich gelagerte Aktuatorplatte (332, 333) entspricht, die der Richtung des Spanndrucks (489), der in einer
 50 zweiten Kammer (304, 404, 310, 410, 306, 307) des Aktuators (303, 403) auf die Aktuatorplatte (332, 333) anlegbar ist, entgegensteht.
14. Fluidisches Steuerungsverfahren, insbesondere von Prüfaufnahmen (332, 333) einer Werkstoffprüfmaschine, vorzugsweise mit einer Steuereinheit (102, 302, 402) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, das mit jeweils einem Ventil (114, 214, 314, 414 115, 315, 415) mit mindestens zwei Stellungen (471, 496) einen Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) zwischen zwei Extremstellungen in kontinuierlich verschiebbarer Weise steuert,
 55 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 eine spiegelbildliche Anordnung zweier Schaltzustände, die wechselweise einen Freischaltzustand einnehmen und durch eine Rückkopplung (350, 350') betätigbar sind, in einem Hauptdruckfreischaltventil (124, 324, 424, 125, 325)

EP 2 631 496 A2

und in einem Zwischendruckfreischaltventil (126, 326, 426, 127, 327) vorhanden ist,
die durch eine Rückkopplungsfreischaltung (494, 494', 494"),
insbesondere mithilfe eines Vorsteuerventils (116, 316, 416, 117, 317),
einen Übergang von einem Bewegungsdruck (488, 488') in dem Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) auf einen
Spanndruck (489) in dem Fluidikzylinder (304, 404, 310, 410) durchführt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

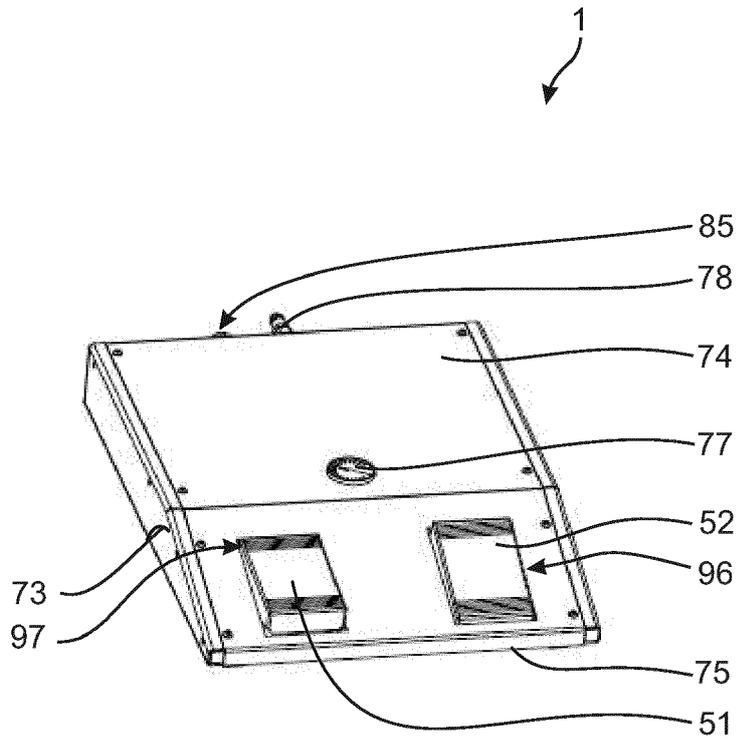


Fig. 1

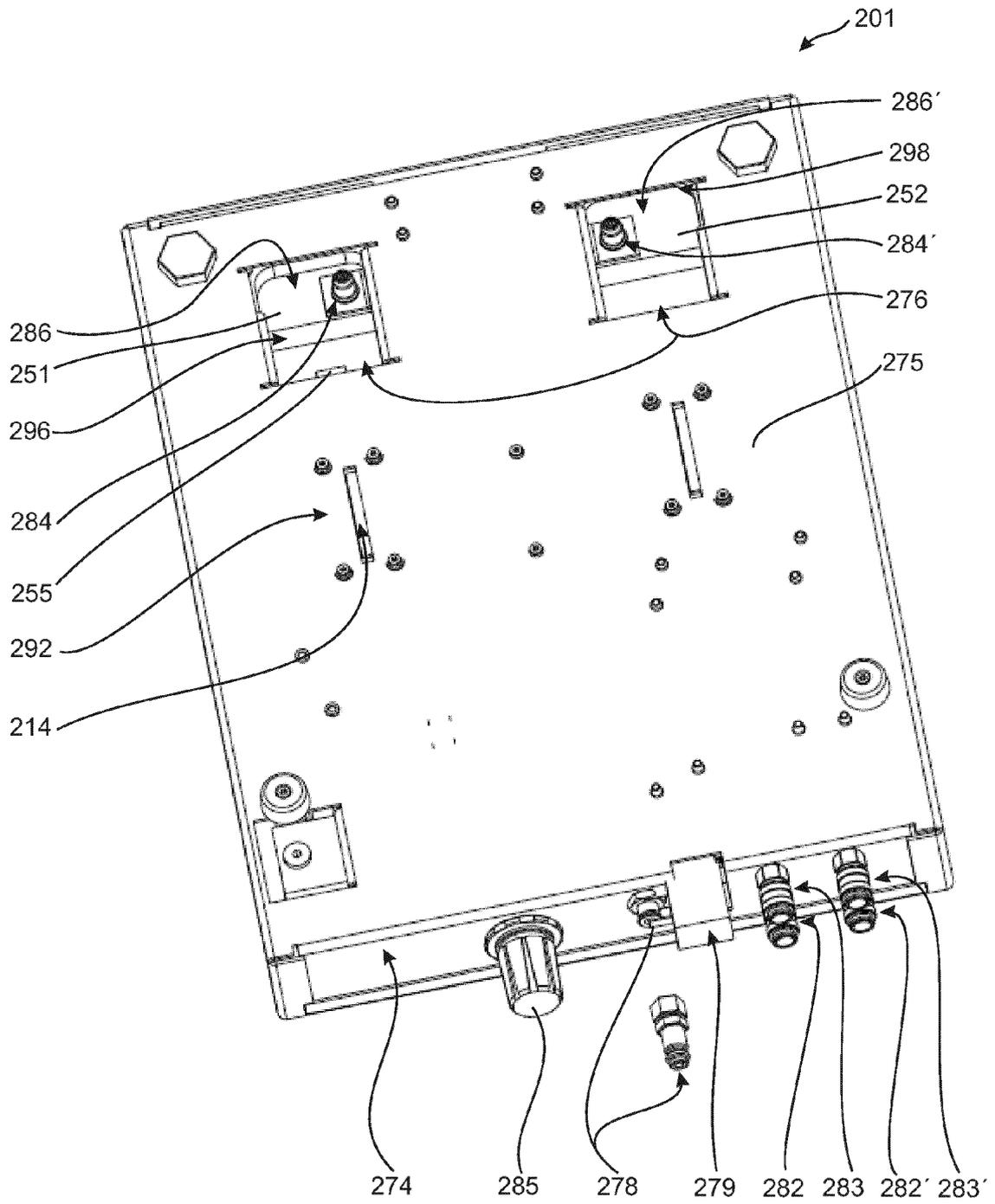


Fig. 3

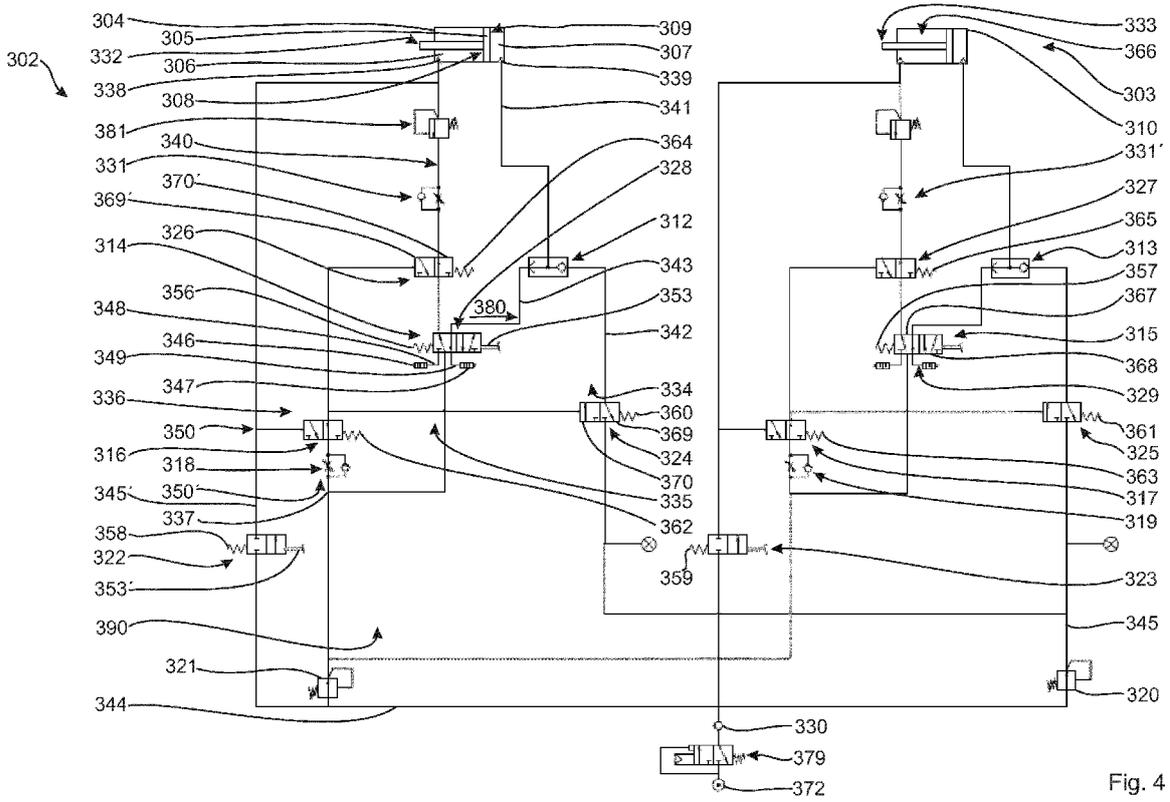


Fig. 4

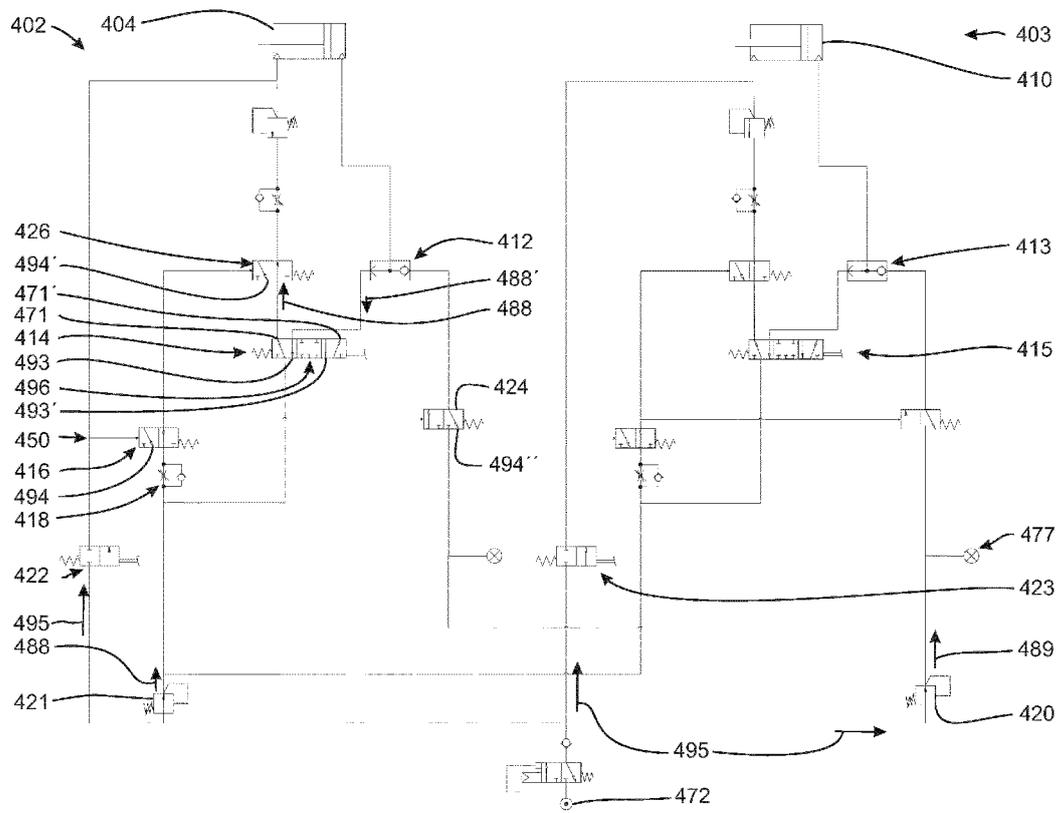


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DD 247198 A5 [0006]
- DE 2839341 B2 [0007] [0008]
- DE 8909061 U1 [0008]
- DE 202006002727 U1 [0009]
- WO 02014698 A1 [0009]
- DE 29910803 U1 [0010]
- DE 102007041583 A1 [0011]
- DE 10161703 B4 [0012]
- DE 2158700 A [0015]
- WO 02058979 A2 [0016]