

(19)



(11)

EP 1 882 102 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.09.2010 Patentblatt 2010/38

(51) Int Cl.:
F15B 11/048 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06721249.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2006/000193

(22) Anmeldetag: **11.05.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/122339 (23.11.2006 Gazette 2006/47)

(54) **FLUIDISCH BETÄTIGTER ANTRIEB SOWIE VERFAHREN ZUR STEUERUNG DESSELBEN**

FLUID OPERATED DRIVE AND METHOD FOR CONTROL THEREOF

MECANISME D'ENTRAÎNEMENT A COMMANDE FLUIDIQUE ET PROCÉDE DE COMMANDE CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **20.05.2005 AT 8642005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.01.2008 Patentblatt 2008/05

(73) Patentinhaber: **STIWA-Fertigungstechnik Sticht Gesellschaft m.b.H 4800 Attnang-Puchheim (AT)**

(72) Erfinder:
• **MERSNIK, Christian A-4800 Attnang-Puchheim (AT)**

• **GRAUSGRUBER, Klaus A-4691 Breitenschützing (AT)**

(74) Vertreter: **Ofner, Clemens Anwälte Burger & Partner Rechtsanwalt GmbH Rosenauerweg 16 4580 Windischgarsten (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-99/09462 DE-A1- 4 201 464
DE-A1- 19 721 632 DE-C1- 4 410 103
US-A- 4 872 257

EP 1 882 102 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen fluidisch betätigten Antrieb sowie ein Verfahren zur Steuerung desselben, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 16, 22 und 30 beschrieben.

[0002] Aus der DE 44 10 103 C1 ist ein fluidisch betätigter Antrieb bzw. ein Verfahren zum Steuern desselben mit einer elektronischen Steuereinrichtung und von dieser betätigten Schaltelementen bekannt. Der Antrieb umfasst relativ zueinander verstellbare Bauteile, wovon ein Bauteil über das erste Schaltelement in eine erste Bewegungsrichtung und über das zweite Schaltelement in eine der ersten Bewegungsrichtung entgegengesetzte, zweite Bewegungsrichtung zwischen Endlagen bewegt werden kann. Zusätzlich ist der Antrieb in seinen Endlagen mit Stoßdämpfern versehen, welche die Aufprallenergie des auf diesen auflaufenden Bauteils absorbieren. Um ein besonders sanftes Anfahren einer Endlage des Bauteils zu erzielen, ist die Steuerung mit einem Gegenpulsmodul versehen, das über einen Vorpositioniersensor ansteuerbar ist, welcher zumindest einer Bewegungsrichtung des Bauteils zugeordnet ist. Das Gegenpulsmodul bewirkt eine zeitlich einstellbare Umsteuerung der beiden Schaltelemente, sodass der Bauteil des Antriebs unmittelbar vor Erreichen seiner anzufahrenden Endlage in zur Bewegungsrichtung entgegengesetzter Richtung mit dem Druckmittel über eine festgelegte Zeitdauer beaufschlagt und dadurch eine Bremswirkung erzeugt wird. In einem auf die Umsteuerung zeitlich nachfolgenden Zeitabschnitt werden sowohl das erste als auch das zweite Schaltelement im Sinne eines Nachlaufs gleichzeitig bestromt. Dadurch wird der Antrieb beidseitig mit Systemdruck beaufschlagt und der Bauteil aufgrund seiner Massenträgheit antriebslos mit niedriger Geschwindigkeit in Richtung auf die Endlage weiterbewegt. Danach wird das ursprünglich aktive Schaltelement neuerlich bestromt und der Bauteil zuverlässig in die Endlage bewegt. Das Umsteuern der Schaltelemente, das Einstellen der Zeitdauer des Gegenimpuls sowie die Vorgabe der Nachlaufzeit erfolgt über manuell betätigte Stellelemente, wie Potentiometer. Die über die Potentiometer fest eingestellten Zeiten, führen jedoch bei veränderten Betriebsbedingungen, wie Druckschwankungen, Änderungen der Last oder der Reibung, zu Störungen, welche sogar Schäden am Antrieb oder an einer Maschinenanlage hervorrufen können. Außerdem entsteht bei diesem bekannten Antrieb ein erhöhter schaltungstechnischer Aufwand, da für jede Bewegungsrichtung ein Vorpositioniersensor als auch ein Endlagensensor benötigt wird.

[0003] Ein Verfahren zum Steuern eines fluidischen Antriebs sowie eine Vorrichtung mit einem fluidisch betätigten Antrieb ist auch aus der DE 197 21 632 C2 bekannt. Der Antrieb ist durch einen Hubzylinder gebildet, in welchem ein Stellkolben mit einer Kolbenstange geführt ist. Die Kolbenstange ist über ein Festlager ortsfest gelagert, sodass der Hubzylinder den bewegten Bauteil des Antriebs bildet. Der Hubzylinder ist an ein 5/3-Wegeventil angeschlossen, welches mittels zwei elektromagnetischer Steuermagnete ansteuerbar ist und mit welchem Druckkammern des Hubzylinders wechselseitig mit Systemdruck beaufschlagbar sind. Die Steuermagnete sind an eine elektronische Steuereinrichtung angeschlossen, die ihrerseits von über Schaltfahnen elektronisch schaltbaren Sensoren Steuersignale erhält und in Abhängigkeit dieser das 5/3-Wegeventil und somit die Bewegung des Hubzylinders ansteuert. In der Bewegungsphase des Hubzylinders wird zu einem Zeitpunkt T_0 ein erstes Messsignal S_0 und zu einem späteren, in der Bewegungsphase des Hubzylinders liegenden Zeitpunktes T_1 ein zweites Messsignal S_1 erzeugt und aus diesen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Bewegungsparameter des Hubzylinders eine Zeitdifferenz t_1 berechnet. Zum sanften Anfahren wenigstens einer der Endlagen des Hubzylinders wird aus dieser Zeitdifferenz t_1 eine Zeitspanne t_2 für den Beginn einer Bremsphase zu einem Zeitpunkt T_2 und die Dauer der Bremsphase t_3 bis zu einem Zeitpunkt T_3 berechnet, wobei die Steuereinrichtung zum Abbremsen des Hubzylinders an das 5/3-Wegeventil ein Bremssignal für den Beginn und für das Ende der Bremsphase abgibt. Nach diesem Stand der Technik ist es wesentlich, dass das erste Messsignal S_0 sofort mit Beginn der Bewegung des Hubzylinders aus seiner Endlage und das zweite Messsignal S_1 in der Bewegungsphase noch ausreichend vor dem Eintritt einer Schaltfahne in den Wirkbereich eines der Endlage zugeordneten Sensors erfasst werden. Dies erweist sich als Nachteil, da der Bewegungszustand über die Bewegungsphase zwischen dem Zeitpunkt T_1 der Erfassung des zweiten Messsignals S_1 und jenem Zeitpunkt, in welchem der Hubzylinder seine anzufahrende Endlage tatsächlich erreicht, unberücksichtigt bleibt, wodurch die basierend auf der Zeitdifferenz t_1 zwischen dem ersten und zweiten Messsignal S_0 , S_1 berechnete Bremsphase t_3 ungeachtet der sich ändernden Betriebsbedingungen, wie Druckschwankungen, Änderungen der Last oder der Reibung, festgelegt wird und trotz der eingeleiteten Bremsphase ein kontrolliertes Anfahren bzw. eine gedämpfte Positionierung des Hubzylinders in den Endlagen nicht sichergestellt werden kann.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen fluidisch betätigten Antrieb sowie ein Verfahren zur Steuerung desselben bereitzustellen, bei dem der mittels Druckmittel verstellbare Bauteil des Antriebs selbst bei veränderten Betriebs- und Umgebungsbedingungen die Endlage besonders sanft anfährt.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Maßnahmen und Merkmale der Ansprüche 1 und 16 gelöst. Die beiden Messsignale werden erst kurz vor dem Erreichen der anzufahrenden Endlage ausgelöst und die Schaltelemente von der Steuereinrichtung zu einem möglichst späten Zeitpunkt bezüglich der Bewegungsphase des mit dem Druckmittel beaufschlagten Bauteils angesteuert. Dadurch wird in Bezug auf die Bewegungsphase des Bauteils nur eine sehr kurze Bremsphase benötigt, die ausreicht, dass der Bauteil zum einen sanft gegen die Endlage des stillstehenden Bauteils des Antriebs positioniert und zum anderen auf kürzestem Wege abgebremst werden kann, sodass einerseits die Be-

wegungszeiten des Bauteils zwischen den Endlagen erheblich verkürzt und andererseits gegebenenfalls zusätzlich eingesetzte Stoßdämpfer mit weniger Leistungsreserve ausgelegt oder sogar entfallen können, was sich auf Baugröße und Preis des Antriebs günstig auswirkt. Zusätzlich ist von Vorteil, dass Änderungen von Betriebs- und Umgebungsbedingungen, die beispielsweise durch Druckschwankungen im Druckmittel, Änderungen der zu manipulierenden Last oder Reibungsverhältnisse hervorgerufen werden, kaum Auswirkung auf das Abbremsverhalten des Bauteils gegen die Endlage zeigen, da die der Berechnung der Umschaltzeitpunkte der Schaltelemente und Korrektur wenigstens eines gemeinsamen Umschaltzeitpunktes der Schaltelemente zu Grunde liegende Bewegungsgeschwindigkeit erst knapp vor dem Erreichen der anzufahrenden Endlage ermittelt wird, also zu einem Zeitpunkt, in welchem die Änderungen von Betriebs- und Umgebungsbedingungen größte Auswirkung haben und deshalb eine auf den in der Nähe der anzufahrenden Endlage vorherrschenden Bewegungszustand optimal abgestimmte Korrektur wenigstens eines gemeinsamen Umschaltzeitpunktes der Schaltelemente vorgenommen werden kann. Mit anderen Worten wird der Bauteil stets nur in einem solchen Ausmaß gegen die Endlage abgebremst, wie es der aktuelle Betriebszustand erfordert. Darüber hinaus ist von Vorteil, dass die Druckkammern wechselweise stets mit dem Systemdruck (unter Vernachlässigung der Reibungsverluste) beaufschlagt wird, somit sowohl die Antriebskraft auf den Bauteil als auch die Gegenkraft bzw. Bremskraft auf den Bauteil dem Maximum entspricht, was sich günstig auf die Bewegungszeiten des Bauteils auswirkt und einen einfachen schaltungstechnischen Aufbau der Fluidsteuerung des Antriebs ermöglicht, zumal zusätzliche Drosselrückschlagventile zur Einstellung des Abbremsverhaltens entfallen können. Des weiteren ist von Vorteil, dass durch den Einsatz der Regelung ein adaptives Systemverhalten erreicht wird, zumal eine optimale Betriebsweise des Antriebs selbstständig eingestellt und diese über die gesamte Betriebsdauer beibehalten werden kann.

[0006] Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 2, da nun von der Steuereinrichtung aus den ihr vorgebaren, tatsächlichen Bewegungsparametern, beispielsweise die zu bewegend Masse, die Betriebsverhältnisse für den Systemdruck, der Ventildurchfluss und dgl., unter Berücksichtigung des Bewegungszustandes bzw. der Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils eine Gegensteuerdauer berechnet wird, welche die Bremsphase exakt definiert und somit ein besonders sanftes Anfahren der Endlage möglich ist. Im Zusammenwirken mit der gegenläufigen und schlagartigen Druckbeaufschlagung der Druckkammern in den Umschaltzeitpunkten zu Beginn und am Ende der Bremsphase, können die an den Antrieb gestellten Forderungen bezüglich Dynamik und einfache Steuerung bestens erfüllt werden, da durch das dem Antrieb zugrunde liegende Steuerverfahren einerseits die Bewegungszeit für die Stellbewegung des Bauteils zwischen den Endlagen drastisch reduziert werden kann und andererseits eine Schonung der mechanischen Konstruktion des Antriebs erreicht wird.

[0007] Eine vorteilhafte Maßnahme ist im Anspruch 3 beschrieben, wodurch eine optimale zeitliche Abstimmung zwischen dem Zeitpunkt, T_1 , in welchem das erste Messsignal S_1 ausgelöst wird, und den Umschaltzeitpunkten T_{Uz1} , T_{Uz2} des Schaltelementes unter Einhaltung der aus der Zeitspanne t_1 abgeleiteten Gegensteuerdauer t_{GD} erreicht ist, sodass sich die Positionierung der die Schaltfahnen aufweisenden Steuerleisten am beweglichen Bauteil und der Sensoren zueinander als unkritisch erweist.

[0008] Gemäß Anspruch 4 ist eine vorteilhafte Maßnahme zur Einstellung der Gegensteuerdauer t_{GD} beschrieben, die einfach anzuwenden ist und durch die der Beginn und das Ende der Bremsphase exakt definiert sind.

[0009] Eine vorteilhafte Maßnahme ist auch im Anspruch 5 beschrieben, mit welcher durch Einstellung des ersten Umschaltzeitpunktes T_{Uz1} die Gegensteuerdauer t_{GD} bzw. die Dauer der Bremsphase vorgegeben wird. Eine Berechnung und Einstellung des Endes der Bremsphase kann entfallen, wodurch die Zykluszeit für den Regelungsvorgang reduziert werden kann. Dieses Steuerverfahren ist deshalb für Antriebe mit extrem niedrigen Bewegungszeiten bestens geeignet.

[0010] Die Maßnahme nach Anspruch 6 ist von Vorteil, da hiermit der Bauteil sicher in seine gewünschte Endlage gelangt und die Funktionalität des Antriebes sichergestellt ist. Hierzu wird am Ende der Bremsphase zum zweiten Umschaltzeitpunkt, zu welchem der Bauteil bereits eine äußerst geringe Bewegungsgeschwindigkeit aufweist, ein erneuter Vorschub des Bauteils in Bewegungsrichtung in Richtung auf seine Endlage ausgeübt.

[0011] Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 7 kann die Bewegungszeit des Bauteils in der auf die erste Bewegungsphase mit einer ersten Bewegungsrichtung nachfolgenden, zweiten Bewegungsphase mit gegenläufiger Bewegungsrichtung optimiert werden.

[0012] Vorteilhaft ist auch die Maßnahme nach Anspruch 8, wodurch sichergestellt wird, dass von der Steuereinrichtung sämtliche Berechnungen für die Stellgrößen des ersten und/oder zweiten Umschaltzeitpunktes des Schaltelementes innerhalb der Zeitspanne t_4 durchgeführt werden. Dies erlaubt eine höchst zuverlässige Steuerung des Antriebs, zumal die Stellgrößen bereits deutlich vor dem Bewegungsstart der nächsten Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung vorliegen.

[0013] Die Maßnahme nach Anspruch 9 ist von Vorteil, da bei der zeitlichen Ansteuerung des Schaltelementes die systembedingte Trägheit des Antriebs berücksichtigt und der Startzeitpunkt um die Zeitspanne t_5 vorgelagert wird, sodass der Bauteil zum gewünschten Zeitpunkt tatsächlich in Bewegung versetzt wird. Mit dieser Maßnahme kann die Bewegungszeit des Bauteils weiters optimiert werden.

[0014] Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 10, wird der Steuereinrichtung des ersten Antriebs eine die System-

trägheit des zweiten Antriebs berücksichtigende Zeitspanne t_5 bereitgestellt, sodass beispielsweise ein Rückmeldesignal noch vor dem Erreichen der Endlage des Bauteils vom ersten Antrieb ausgelöst und der Startzeitpunkt des zweiten Antriebs vorgelegt wird. Durch die voreilende Rückmeldung wird unabhängig von der Systemträgheit des zweiten Antriebs das diesem zugeordnete Schaltelement frühzeitig angesteuert, sodass der zweite Antrieb zeitgleich mit dem Erreichen der Endlage des ersten Antriebs mit seiner Bewegung beginnt. Das Rückmeldesignal muss aber nicht zwingend voreilend, daher vor dem Ende der Bewegungsphase des ersten Antriebs an die Steuereinrichtung oder an die übergeordnete Steuerung ausgegeben werden. Es sind auch Anwendungsfälle vorstellbar, bei welchen das Rückmeldesignal gleichzeitig oder nach dem Erreichen der Endlage des ersten Antriebs abgegeben wird. Dies ist beispielsweise erforderlich, wenn eine absolut schwingungsfreie Positionierung des ersten Antriebs in einer seiner Endlagen für einen weiteren Arbeitsgang am zweiten Antrieb notwendig ist.

[0015] Von Vorteil ist auch die Überwachung des Signalverlaufs der Sensoren und deren Auswertung, wie im Anspruch 11 beschrieben.

[0016] Durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 12 und 13 kann ein unzulässiger Bewegungszustand des Bauteils in einer ersten Bewegungsphase erfasst und in der darauf folgenden Bewegungsphase durch Änderung der Gegensteuerdauer t_{GD} korrigiert werden. Gemäß Anspruch 12 wird von der Steuereinrichtung erkannt, dass die Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils kurz vor Erreichen seiner Endlage zu hoch ist und unter Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchung des Antriebs reduziert werden muss, wozu die Gegensteuerdauer t_{GD} erhöht wird. Damit wird über die gesamte Einsatzdauer des Antriebs eine zuverlässige Betriebsweise erreicht. Hingegen wird nach Anspruch 13 von der Steuereinrichtung erkannt, dass die Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils kurz vor Erreichen seiner Endlage relativ niedrig ist und höher gewählt werden kann, wozu die Gegensteuerdauer t_{GD} reduziert und die Bewegungsgeschwindigkeit soweit erhöht wird, dass die Bewegungszeit für die Bewegung des Bauteils zwischen den Endlagen optimiert ist.

[0017] Eine vorteilhafte Maßnahme ist auch im Anspruch 14 beschrieben, wodurch eine Funktionsstörung am Antrieb sofort erkannt, ausgewertet und einer Bedienperson sichtbar gemacht wird.

[0018] Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 15, wodurch beispielsweise die Funktionweise eines am Antrieb zusätzlich eingesetzten, mechanischen Stoßdämpfers überwacht werden kann und ein anbahnender Ausfall des Stoßdämpfers als Fehlermeldung einer Bedienperson bekanntgegeben wird. Dadurch kann ein störungsbedingter Ausfall des Antriebs, beispielsweise während eines Arbeitsprozesses, wie eine Fügeoperation und dgl., vermieden werden.

[0019] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Anspruch 17 beschrieben, die eine zuverlässige Betriebsweise des Antriebs ermöglicht.

[0020] Gemäß Anspruch 18 können die unterschiedlichen Auswertungen, beispielsweise zum Signalverlauf der Sensoren oder zur Gegensteuerdauer t_{GD} , einer Bedienperson angezeigt und protokolliert werden.

[0021] Die Weiterbildung nach Anspruch 19 ist von Vorteil, da auf den kurzen Weg von der ersten Steuerkanten bis zur zweiten Steuerkante eine Änderung des Bewegungszustandes, insbesondere eine starke Schwankungen der Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils, kaum eintreten wird und deshalb die ermittelte Zeitspanne t_1 bzw. die Bewegungsgeschwindigkeit eine zuverlässige Messgröße zur Einstellung der Gegensteuerdauer darstellt. Die angegebene Mindestbreite der Vertiefungsnut erlaubt die zuverlässige Erfassung der Steuerkanten, durch welche das erste und zweite Messsignal ausgelöst werden.

[0022] Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 20, wodurch der Verkabelungs- und Verschlauchungsaufwand zwischen der Steuereinrichtung und dem Schaltelement sowie der Druckverlust in den Druckleitungen zwischen dem Schaltelement und den Druckkammern reduziert werden kann, was sich positiv auf die Zeitspanne t_5 auswirkt. Ist das Schaltelement auf einem der Bauteile aufgebaut oder in einem der Bauteile integriert angeordnet, so sind die Druckleitungen durch Druckmittelkanäle, insbesondere Zu- und Abströmkanäle gebildet, die direkt an die Versorgungskanäle des Schaltelementes anschließen und in die Druckkammern münden, wie dies in der WO 99/09462 A1 im Detail offenbart ist und auch am erfindungsgemäßen Antrieb Anwendungen finden kann.

[0023] Gemäß Anspruch 21 kann nun jede beliebige Position über den Verstellweg des bewegbaren Bauteils des Antriebs angefahren werden, wofür nur einer der oder beide Festanschläge und/oder Stoßdämpfer und/oder eine Steuerleiste und ein dieser zugeordneter Sensor verstellt werden müssen. Beispielsweise kann nun auch eine Mittelstellung am Antrieb sanft angefahren werden.

[0024] Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die im Kennzeichenteil der Ansprüche 22 und 30 angegebenen Maßnahmen und Merkmale gelöst. Von Vorteil ist, dass anhand einer vorgegebenen Bewegungszeit für die Verstellbewegung des Bauteils zwischen den Endlagen in beide Bewegungsrichtungen eine je nach Bedarfsfall optimierte Steuerung des Antriebs vorgenommen und das Fahrverhalten des Bauteils kontrolliert vorgegeben werden kann. Dies erlaubt dem Monteur in der Inbetriebnahme des Antriebs, die Bewegungszeit so vorzugeben, dass der Bauteil im Kriechgang bewegt wird, wodurch einerseits eine mögliche Beschädigung des Antriebs infolge einer falschen Programmierung oder Montage verhindert werden kann und andererseits der Antrieb den zunehmend steigenden Sicherheitsanforderungen gerecht wird. Gerade in der Inbetriebnahme des Antriebs befindet sich der Monteur im Wirkungsbereich desselben und besteht deshalb ein hohes Gefahrenpotential, welches durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen nahezu vollständig

ausgeschaltet werden kann. Dazu kommt, dass der Antrieb stets mit einer solchen Bewegungsgeschwindigkeit angetrieben wird, wie es die aktuelle Betriebssituation erfordert. Somit wird ein unnötiger Verschleiß durch nicht erforderliche, niedrige Bewegungszeiten vermieden, die Wartungsintervalle verlängert und die Lebensdauer des Antriebs erhöht. Weiters ist von Vorteil, dass durch den Einsatz der Regelung ein adaptives Systemverhalten erreicht wird, zumal eine optimale Betriebsweise des Antriebs selbstständig eingestellt und diese über die gesamte Betriebsdauer beibehalten werden kann. Der erfindungsgemäße Antrieb stellt einen guten Kompromiss zwischen ausreichend hoher Bewegungsgeschwindigkeit und schonender Betriebsweise dar, da die Endlage vom Bauteil besonders sanft angefahren werden können.

[0025] Vorteilhaft sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 23 und 24, da durch den gepulsten Betrieb der Energiebedarf niedrig gehalten und eine Verzögerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils bis zum Erreichen seiner Endlage gezielt eingestellt wird.

[0026] Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 25 wird eine einfache Regelung des Antriebs ermöglicht.

[0027] Die Maßnahme nach Anspruch 26 ist von Vorteil, da nun auch sich im Betrieb ergebende Einflussgrößen in einfacher Weise berücksichtigt werden können und das Abbremsverhalten des Bauteils noch besser optimiert werden kann.

[0028] Eine vorteilhafte Maßnahme ist auch im Anspruch 27 beschrieben, da der letzte Schaltimpuls und der Nachschaltimpuls einander überlappen und eine nochmalige Umsteuerung des Schaltelementes entfallen kann, um den Bauteil in der Endlage zu halten. Die auf den Bauteil wirkende Haltekraft sorgt für eine zuverlässige Positionierung des Bauteils in der Endlage. Ist der Antrieb mit einem Werkzeug ausgestattet, welches aus der Endlage bewegt werden muss, kann ein Arbeitsprozesses, beispielsweise ein Fügeprozess, absolut zuverlässig durchgeführt werden.

[0029] Von Vorteil sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 28 und 29, da ein zu hoher Geschwindigkeitsabfall von der Steuereinrichtung bzw. der Reglereinheit erkannt wird und nach einer vorgegebenen Zeitspanne das Schaltelement neuerlich aktiviert und der Bauteil angesteuert wird, um ihn in seine Endlagen zu bewegen und gegen die Endlage zu positionieren. Insbesondere kann durch die Maßnahme nach Anspruch 29, die tatsächliche Bewegungszeit des Bauteils verkürzt werden.

[0030] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Anspruch 31 beschrieben, die eine zuverlässige Betriebsweise des Antriebs ermöglicht.

[0031] Schließlich ist auch die Ausbildung nach Anspruch 32 von Vorteil, da allenfalls notwendige Eingaben technischer Parameter einfach durchgeführt werden können. Ferner können Fehlermeldungen in optischer und/oder akustischer Darstellung ausgegeben werden. Eine Fehlermeldung kann ausgelöst werden, wenn beispielsweise auch nach dem Nachschaltimpuls der Bauteil die Endlage nicht erreicht hat und eine von der Steuereinrichtung oder der übergeordneten Steuerung vorgegebene Zeitspanne verstrichen und ein Grenzwert überschritten ist. In diesem Fall kann die Fehlermeldung Informationen über einen technischen Defekt am Antrieb oder darüber enthalten, dass ein Montageteil am Antrieb eingeklemmt und dadurch eine Bewegung des Bauteils verhindert ist.

[0032] Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0033] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild mit einer ersten Ausführung eines erfindungsgemäßen Antriebs in seiner rechten Ausgangslage, in schematischer Darstellung;

Fig. 1a ein Ausschnitt des erfindungsgemäßen Antriebs nach Fig. 1 mit einer Steuerleiste, in vergrößerter und vereinfachter Darstellung;

Fig. 2 der Antrieb aus Fig. 1 in seiner linken Endlage;

Fig. 3 ein Blockschaltbild des Antriebs in seiner rechten Ausgangslage mit einer anderen Ausführung zu seiner fluidischen Ansteuerung, in vereinfachter Darstellung;

Fig. 4 der Antrieb nach Fig. 3 in seiner linken Endlage;

Fig. 5 ein Blockschaltbild mit einer anderen Ausführung des erfindungsgemäßen Antriebs in seiner rechten Ausgangslage;

Fig. 6 der Antrieb nach Fig. 5 in seiner linken Endlage;

Fig. 7 ein Handhabungssystem mit zwei miteinander gekoppelten Antrieben für rechtwinklig zueinander liegende Bewegungen, in schematischer Darstellung;

- Fig. 8 ein Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und der Schaltelemente für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 1, 2, 5 bis 7;
- Fig. 9 ein Diagramm zur Erläuterung der vorteilhaften Wirkung des frühzeitigen Entlüftens der in der vorangegangenen Bewegungsphase am Ende druckbeaufschlagten Druckkammer;
- Fig. 10 ein Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und des Schaltelementes für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 3 und 4 ;
- Fig. 11 das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung des fluidisch betätigten Antriebs in der Darstellung als Flussdiagramm;
- Fig. 11a ein Blockschaltbild zu dem in Fig. 11 in strichlierte Linien eingetragenen, ersten Regelkreis;
- Fig. 11b ein Blockschaltbild zu dem in Fig. 11 in strichlierte Linien eingetragenen, zweiten Regelkreis;
- Fig. 12 das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung des fluidisch betätigten Antriebs in modifizierter Ausführung, dargestellt als Flussdiagramm;
- Fig. 12a das Zeitdiagramm nach Fig. 8 mit dem Signalverlauf vom in der Zielendlage angeordneten Sensor, der eine Rückprallbewegung des Bauteils an der Endlage erfasst;
- Fig. 12b das Zeitdiagramm nach Fig. 8 mit dem Signalverlauf vom in der Zielendlage angeordneten Sensor, der eine Pendelbewegung des Bauteils vor der Endlage erfasst;
- Fig. 13 ein Blockschaltbild des Antriebs in seiner rechten Ausgangslage mit einer anderen Ausführung zu seiner erfindungsgemäßen Ansteuerung, in vereinfachter Darstellung;
- Fig. 14 der Antrieb aus Fig. 13 in seiner linken Endlage;
- Fig. 15 ein Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und des Schaltelementes für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 13 und 14;
- Fig. 16 ein Blockschaltbild einer Reglereinheit zur erfindungsgemäßen Steuerung des Antriebs nach der Fig. 13;
- Fig. 17 Geschwindigkeitsverläufe für den Bauteil zu unterschiedlichen Regelungsfällen eines Startimpulses, in vereinfachter Darstellung;
- Fig. 18 ein Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und der Schaltelemente für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 1 und 2.

[0034] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

[0035] In den Fig. 1 und 2 ist eine erste Ausführung eines Antriebs 1 in prinzipieller Darstellung gezeigt. Der Antrieb 1 wird durch einen Hubzylinder 2 gebildet, der aus einem Zylinderrohr besteht, dessen Enden mit Stirnwänden 3, 4 abgeschlossen sind. In diesem Hubzylinder 2 ist durch ein Druckmittel verschiebbar ein Stellkolben 5 geführt, der seinerseits mit einer Kolbenstange 6 verbunden ist. Der Hubzylinder 2 bildet eine Führungsvorrichtung für den Stellkolben 5 aus. Das fluidische Druckmittel ist Druckluft oder Hydrauliköl. Die Kolbenstange 6 ist über ein entsprechendes Festlager 7 ortsfest gelagert, sodass der Hubzylinder 2 den bewegten Bauteil und der Stellkolben 5 mit der Kolbenstange 6 den feststehenden Bauteil des Antriebs 1 bildet. Die Kolbenstange 6 durchragt die rechte Stirnwand 3 des Hubzylinders 2 in axialer Richtung.

[0036] Zwischen der linken Stirnwand 4 und dem Stellkolben 5 ist eine erste Druckkammer 8 und zwischen der rechten

Stirnwand 3 und dem Stellkolben 5 ist eine zweite Druckkammer 9 ausgebildet. Wie die Darstellungen erkennen lassen, handelt es sich bei dem Hubzylinder 2 um einen so genannten doppelt-wirkenden Fluidzylinder. Die Druckkammern 8, 9 sind nach dieser Ausführung über zwei getrennte Schaltelemente 10, 11, insbesondere zwei 3/2-Wegeventile wechselseitig beaufschlagbar. Die Schaltelemente 10, 11 weisen jeweils einen elektromagnetischen Steuermagnet 12 auf, der über entsprechende Steuerleitungen 14, 15 mit einer elektronischen Steuereinrichtung 13 verbunden ist, die ihrerseits die Schaltelemente 10, 11 zwischen einer Ruhestellung in unbestromtem Zustand der Steuermagnete 12 und Betätigungsstellung in bestromtem Zustand der Steuermagnete 12 umschaltet. Die elektronische Steuereinrichtung 13 ist vorzugsweise über ein adressbasierendes Netzwerk, insbesondere ein Bussystem, mit einer übergeordneten Steuerung verbunden oder durch die übergeordnete Steuerung gebildet. Die Ansteuerung der Steuermagnete 12 erfolgt hierbei über elektrische Steuersignale der Steuereinrichtung 13, durch welche die Schaltelemente 10, 11 betätigt werden, wie dies in der Fig. 8 aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH1} , S_{SCH2} der Schaltelemente 10, 11 ersichtlich ist.

[0037] Die linke Druckkammer 8 ist über eine erste Druckleitung 16 mit dem ersten Schaltelement 10 und die rechte Druckkammer 9 über eine zweite Druckleitung 17 mit dem zweiten Schaltelement 11 verbunden. Die Schaltelemente 10, 11 sind ihrerseits über einen entsprechenden Druckversorgungsanschluss an eine Druckversorgungseinheit 18, beispielsweise eine pneumatische oder hydraulische Druckquelle, angeschlossen, durch welche die Druckkammern 8, 9 wechselweise mit Systemdruck, beispielsweise 6 bar beaufschlagt werden.

[0038] Wie in den Fig. 1 und 2 weiters eingetragen, ist die Steuereinrichtung 13 über Signalleitungen 19, 20 mit Sensoren 21, 22 verbunden, sodass die von den Sensoren 21, 22 abgegebenen, elektrischen Steuersignale der Steuereinrichtung 13 zuführbar sind. Die Sensoren 21, 22 sind beispielsweise durch induktiv wirkende Sensoren gebildet.

[0039] Die Sensoren 21, 22 sind in den vom Hubzylinder 2 anzufahrenden Endlagen oberhalb der vom Antrieb 1 bzw. dem Hubzylinder 2 definierten Bewegungsbahn angeordnet. Die Endlagen sind durch, die Festanschläge bildenden Stirnwände 3, 4 festgelegt. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, dass der erste Sensor 21 oberhalb der Bewegungsbahn des Antriebs 1 und der zweite Sensor 22 unterhalb der Bewegungsbahn des Antriebs angeordnet sind. Die gezeigte Anordnung der Sensoren 21, 22 ist lediglich prinzipieller Art. Bei der Anordnung der Sensoren 21, 22 kommt es je nach Beschaltung lediglich darauf an, dass sich diese nicht gegenseitig beeinflussen. Am linken Ende des Hubzylinders 2, der den beweglichen Bauteil des Antriebs bildet, ist eine erste Steuerleiste 25 befestigt, welche in der in Fig. 2 gezeigten Lage des Hubzylinders 2 im Wirkbereich des ersten Sensors 21 liegt. Dem zweiten Sensor 22 ist am rechten Ende des Hubzylinders 2 eine zweite Steuerleiste 26 zugeordnet, welche in der in Fig. 1 gezeigten Lage des Hubzylinders 2 im Wirkbereich des zweiten Sensors 22 liegt. Die Steuerleisten 25, 26 sind also am beweglichen Bauteil des Antriebs 1 an dessen gegenüberliegenden Enden, beispielsweise über eine Schraubenanordnung, befestigt.

[0040] Die Steuerleiste 25, 26, wie sie in Fig. 1a vergrößert dargestellt ist, ist durch einen prismatischen Block gebildet und weist an seiner dem Sensor 21, 22 zugewandten Oberseite eine Schaltfahne 27a, b und einen von ihr über eine Vertiefungsnut 28a, b getrennten Endlagenabschnitt 29a, b auf. Die Breite (B) der Vertiefungsnut 28a, b beträgt mindestens zwischen 1 mm und 5 mm, insbesondere zwischen 2 mm und 4 mm. Der Längsabstand (A) zwischen Steuerkanten 32a, b, 33a, b beträgt maximal zwischen 4 mm und 15 mm, insbesondere zwischen 5 mm und 9 mm. In einem an den Endlagenabschnitt 29a, b anschließenden Abschnitt der Steuerleiste 25, 26 ist eine Bohrung 30 a, b zur Aufnahme einer nicht dargestellten Befestigungsschraube angeordnet. Die Schaltfahne 27a, b, die Vertiefungsnut 28a, b und der Endlagenabschnitt 29a, b sind in Bewegungsrichtung des Hubzylinders 2 - gemäß Pfeil 31 in Fig. 1 - hintereinander angeordnet. Die Länge der Schaltfahne 27a, b ist durch die in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - betrachtete, vordere Seitenfläche und durch die aufragende, vordere Nutseitenfläche und die Breite durch die quer zur Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - betrachtet, gegenüberliegenden Seitenflächen der Steuerleiste 25, 26 begrenzt. Der Endlagenabschnitt 29a, b erstreckt sich als Fläche zwischen der in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - betrachteten, aufragenden hinteren Nutseitenfläche und der hinteren Seitenfläche der Steuerleiste 25, 26 sowie zwischen den quer zur Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - gegenüberliegenden Seitenflächen der Steuerleiste 25, 26. Die gezeigte Ausbildung der Steuerleiste 25, 26 ist lediglich prinzipieller Art. Bei der Ausbildung der Steuerleisten 25, 26 kommt es darauf an, dass in Bewegungsrichtung des Hubzylinders 2 - gemäß Pfeil 31 - hintereinander versetzt zwei Steuerkanten 32a, b, 33a, b vorgesehen sind, an denen jeweils ein Messsignal S_1 , S_2 ausgelöst wird, wenn die Steuerkante 32a, b, 33a, b in den Wirkbereich des betreffenden Sensors 21, 22 eintritt, wie dies noch genauer beschrieben wird. Überdies weist die Steuerleiste 25, 26 eine dritte Steuerkante 34a, b auf, die zwischen der ersten und zweiten Steuerkante 32a, b, 33a, b liegt. Über die zweite Steuerkante 33a, b wird ein Startsignal S_{Start} ausgelöst, wenn die Steuerkante 33a, b aus dem Wirkbereich des betreffenden Sensors 21, 22 austritt, wie dies noch genauer beschrieben wird.

[0041] In den Fig. 3 und 4 ist der Antrieb 1 gemäß oben beschriebener Ausführung mit einer anderen Ausführung der Steuerung in prinzipieller Darstellung gezeigt. Wie die Darstellungen erkennen lassen, handelt es sich bei dem Hubzylinder 2 um einen so genannten doppelt-wirkenden Fluidzylinder.

[0042] Die Druckkammern 8, 9 sind nach dieser Ausführung über nur ein Schaltelement 36, insbesondere ein 5/2-Wegeventil wechselseitig beaufschlagbar. Das Schaltelement 36 weist beispielsweise einen elektromagnetischen Steuermagnet 37 auf, der über eine entsprechende Steuerleitung 14 mit einer elektronischen Steuereinrichtung 13 verbunden ist, die ihrerseits das Schaltelement 36 zwischen einer Ruhestellung in unbestromtem Zustand des Steuermagneten 37

und Betätigungsstellung in bestromtem Zustand des Steuermagnetes 37 umschaltet.

[0043] Die Ansteuerung des Steuermagnetes 37 erfolgt hierbei über elektrische Steuersignale der Steuereinrichtung 13, durch welche das Schaltelement 36 betätigt wird, wie dies in den Fig. 10 aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 36 ersichtlich ist.

[0044] Wie in den Fig. 3 und 4 weiters eingetragen, sind die linke Druckkammer 8 über eine erste Druckleitung 16 und die rechte Druckkammer 9 über eine zweite Druckleitung 17 mit dem Schaltelement 36 verbunden. Das Schaltelement 36 ist an die Druckversorgungseinheit 18 angeschlossen, durch welche die Druckkammern 8, 9 wechselweise mit Systemdruck, beispielsweise 6 bar beaufschlagt werden.

[0045] In den Fig. 5 und 6 ist eine weitere Ausführungsvariante eines fluidisch betätigten Antriebs 1' gezeigt, der relativ zueinander verstellbare Bauteile umfasst, wovon der bewegliche Bauteil über einen Stellantrieb 40' entlang einer Führungsvorrichtung 41' zwischen einer rechten Endlage, wie in Fig. 5 dargestellt, und einer linken Endlage, wie in Fig. 6 dargestellt, verstellbar ist. Der bewegliche Bauteil ist durch einen Führungsschlitten 42' und die Führungsvorrichtung 41' durch eine am feststehenden Bauteil befestigte Linearführung gebildet, wobei der Führungsschlitten 42' an der Linearführung gelagert ist. Der feststehende Bauteil ist durch einen Rahmen 43' gebildet, an welchem in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - des verstellbaren Bauteils einander gegenüberliegend Festanschläge 44' angeordnet sind, durch die die Endlagen festgelegt sind. Die Festanschläge 44' sind beispielsweise durch eine Schrauben-Gewinde-Anordnung gebildet und begrenzen den maximalen Verstellweg des beweglichen Bauteils zwischen den Endlagen.

[0046] Wie in den Fig. 5 und 6 weiters ersichtlich, sind am Rahmen 43' in den Endlagen einander gegenüberliegend Stoßdämpfer 45' angeordnet. Diese mechanischen Stoßdämpfer 45' erfüllen vorwiegend die Aufgabe, in der Inbetriebnahme des Antriebs 1' die Stoßbelastung auf den Rahmen 43' zu reduzieren oder im Betrieb durch unvorhergesehene Störungen eine Beschädigung des Antriebs 1' zu verhindern.

[0047] Der Stellantrieb 40' ist durch eine Fluidzylinder gebildet, wie dieser in den Fig. 1 bis 4 beschrieben wurde, und über eine Befestigungsvorrichtung 46 mit dem Zylindergehäuse am Rahmen 43' befestigt. Die Kolbenstange 6' des Stellantriebs 40' ist über eine weitere Befestigungsvorrichtung 47' mit dem Führungsschlitten 42' verbunden, sodass der Stellkolben 5' und der Führungsschlitten 42' bewegungsmäßig gekoppelt sind und die Ein- oder Ausfahrbewegung der Kolbenstange 6' auf den Führungsschlitten 42' übertragen wird. Die Druckkammern 8', 9' des Stellantriebs 40' sind über die Druckleitungen 16, 17 mit den Schaltelementen 10, 11 verbunden. Die Schaltelemente 10, 11 sind an die Druckversorgungseinheit 18 angeschlossen. Die Steuermagnete 12 der Schaltelemente 10, 11 sind über die Steuerleitungen 14, 15 mit der elektronischen Steuereinrichtung 13 verbunden, die ihrerseits die Schaltelemente 10, 11 ansteuert. Die in den Fig. eingetragenen Sensoren 21, 22 sind am Rahmen 43' des Antriebs 1' befestigt und über Signalleitungen 19, 20 mit der elektronischen Steuereinrichtung 13 verbunden.

[0048] Der Führungsschlitten 42' ist auf seiner den Sensoren 21, 22 zugewandten Seite in den in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - gegenüberliegenden Enden mit den Steuerleisten 25, 26 ausgestattet, wie diese in Fig. 1a ausführlich beschrieben sind.

[0049] Fig. 7 zeigt ein Handhabungssystem 48, das aus mehreren fluidisch betätigten Antrieben 1', 1" zusammengesetzt ist, deren Bauart beispielsweise jener der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführung entspricht. Der erste Antrieb 1' ist durch eine Horizontalachse und der zweite Antrieb 1" durch eine Vertikalachse gebildet, wobei der zweite Antrieb 1" mit seinem Rahmen 43" am Führungsschlitten 42' des ersten Antriebs 1' befestigt ist. Der bewegliche Bauteil des zweiten Antriebs 1" ist durch einen Führungsschlitten 42" gebildet, der an der Führungsvorrichtung 41" über den Stellantrieb 40" vertikal bewegbar an der Linearführung gelagert ist. Der feststehende Bauteil ist durch den Rahmen 43" gebildet, an welchem in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - des bewegbaren Bauteils einander gegenüberliegend Festanschläge 44" angeordnet sind, durch die die Endlagen festgelegt sind. Zusätzlich sind am Rahmen 43" in den Endlagen einander gegenüberliegend Stoßdämpfer 45" angeordnet. Am Führungsschlitten 42" des zweiten Antriebs 1" sind die Steuerleisten 25, 26 und beispielsweise ein pneumatisch oder hydraulisch betätigtes Greifsystem befestigt, wobei die Steuerleisten 25, 26 mit den ortsfesten Sensoren in den Endlagen zusammenwirken. Die Druckkammern des Stellantriebs 40" sind ebenfalls über Druckleitungen an ein oder zwei Schaltelemente angeschlossen, wie dies aus Gründen der besseren Übersicht nicht dargestellt ist.

[0050] Das Steuerverfahren eines jeden Antriebs 1', 1" wird im Nachfolgenden noch beschrieben werden. Wie nicht näher gezeigt, werden in einer bevorzugten Ausführung beide Antriebe 1', 1" von nur einer Steuereinrichtung 13 angesteuert, die mit der übergeordneten Steuerung verbunden ist. Genauso gut wäre es aber auch denkbar, dass jeder Antrieb 1', 1" an eine eigene Steuereinrichtung 13 angeschlossen ist, die jeweils eine Reglereinheit und einen Speicher umfassen. Die Steuereinrichtung(en) sind vorzugsweise über ein adressbasierendes Netzwerk, insbesondere ein Bussystem, zum Daten- bzw. Signalaustausch mit der übergeordneten Steuerung verbunden oder durch diese gebildet. Werden zwei Steuereinrichtungen 13 verwendet, so sind diese über ein weiteres, adressbasierendes Netzwerk, insbesondere ein Bussystem, untereinander verbunden. Zwischen den Steuereinrichtungen 13 und/oder der(n) Steuereinrichtung(en) 13 und der übergeordneten Steuerung kann das Ethernet eingesetzt werden. Da die beschriebenen Antriebe 1', 1" üblicherweise in einer hohen Anzahl in einer Maschinenanlage integriert sind, erweist es sich auch von Vorteil, wenn die Sensoren 21, 22 als auch die Steuermagneten 12 der Schaltelemente 10, 11 zum Daten- bzw. Signalaustausch

mit der Steuereinrichtung 13 und/oder der übergeordneten Steuerung an ein adressbasierendes Netzwerk, insbesondere ein Bussystem, beispielsweise einen Feldbus, angeschlossen sind, an das auch die Steuereinrichtung(en) 13 und gegebenenfalls die übergeordnete Steuerung angeschlossen sein können.

[0051] Wenngleich der Antrieb 1', 1" in den Fig. 5 bis 7 von zwei 3/2-Wegeventile angesteuert ist, könnte dies ebenso nur mit einem 5/2-Wegeventil erfolgen.

[0052] Fig. 8 zeigt das prinzipielle Zeitdiagramm für den Antrieb 1; 1'; 1" gemäß den gezeigten Ausführungen nach den Fig., 1, 2; 5, 6; 7. Dabei sind der Signalverlauf S_R für die Rückmeldung, die Signalfolgen S_{E1} und S_{E2} der beiden Sensoren 21, 22 sowie die Schaltstellungen S_{SCH1} und S_{SCH2} der Schaltelemente 10, 11 über die Zeit von drei Bewegungsphasen des zwischen den Endlagen beweglichen Bauteils dargestellt. Nach dem Ausführungsbeispiel des Antriebs 1 gemäß Fig. 1 und 2 entspricht die erste und dritte Bewegungsphase einer Ausfahrbewegung gemäß Pfeil 31 - des Hubzylinders 2 und die zweite Bewegungsphase einer Einfahrbewegung - gemäß Pfeil 31' - des Hubzylinders 2.

[0053] Zum Startzeitpunkt T_{Start} wird über eine übergeordnete Steuerung (nicht dargestellt) der elektronischen Steuereinrichtung 13 ein Startsignal übermittelt, wie in den Fig. durch den Pfeil 50 angedeutet, wodurch das erste Schaltelement 10 über die Steuereinrichtung 13 durch Bestromen des Steuermagnetes 12 aktiviert und der bewegbare Bauteil - der Hubzylinder 2 nach Fig. 1 und der Führungsschlitten 42', 42" nach Fig. 5; 7 - aus seiner Ausgangslage in Richtung des Pfeils 31 von rechts nach links bzw. oben nach unten verstellt wird. Durch die Aktivierung wird das Schaltelement 10 in die in den Fig. 1; 5 dargestellte, betätigte Schaltstellung gebracht und öffnet damit die Druckleitung 16, sodass die Druckkammer 8; 9' des Antriebs 1, 1' mit der Druckversorgungseinheit 18 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt wird. Das zweite Schaltelement 11 bleibt unbetätigt und ist die Druckkammer 9; 8' über die Druckleitung 17 mit einer Entlüftungsleitung 51 verbunden, sodass das in der Druckkammer 9; 8' befindliche Druckmittel bzw. Arbeitsmedium ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann. Daher ist in der rechten Endlage des bewegbaren Bauteils die Druckkammer 9; 8' von der Druckversorgungseinheit 18 getrennt.

[0054] Zweckmäßig wird mit der Aktivierung des ersten Schaltelements 10 von der Steuereinrichtung 13 an die übergeordnete Steuerung ein Bestätigungssignal übermittelt, wie dies durch den Pfeil 52 angedeutet ist. Mit diesem Vorgehen wird ein ordnungsgemäßer Betrieb bestätigt. Durch die Druckbeaufschlagung der Druckkammer 8; 9' bewegt sich der Bauteil von seiner Ausgangslage, welche der rechten Endlage entspricht, in Richtung der linken Endlage.

[0055] Durch Aktivierung des ersten Schaltelements 10 wird die erste Bewegungsphase eingeleitet, wie dies im Nachfolgenden näher beschrieben wird.

[0056] Mit Beginn der Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage bzw. rechten Endlage zum Startzeitpunkt T_{Start} wird die Steuerleiste 26 am ortsfesten Sensor 22 vorbeibewegt und in diesem der in Fig. 8 gezeigte Signalverlauf ausgelöst. Liegt zum Startzeitpunkt T_{Start} der Endlagenabschnitt 29b der Steuerleiste 26 dem Wirkbereich des Sensors 22 gegenüber, gibt der Sensor 22 an die Steuereinrichtung 13 ein Bestätigungssignal S_B ab. Das Bestätigungssignal S_B wird noch zum Zeitpunkt des Stillstandes des Bauteils erfasst. Mit dem Bestätigungssignal S_B wird der Steuereinrichtung 13 signalisiert, dass sich der Bauteil zum Startzeitpunkt T_{Start} sicher in seiner Ausgangslage befindet und die erste Bewegungsphase eingeleitet werden kann. Durch diese Maßnahme wird eine hohe Funktionssicherheit des Antriebs 1; 1'; 1" ermöglicht. Sollte das Bestätigungssignal S_B zum Startzeitpunkt T_{Start} noch nicht an der Steuereinrichtung 13 abgegeben worden sein, wird an einer Ausgabevorrichtung 53 der Steuereinrichtung 13 und/oder an der übergeordneten Steuerung eine Fehlermeldung in Form eines optischen und/oder akustischen Signals ausgegeben.

[0057] Nach dem Bewegungsbeginn des Bauteils verlässt der Endlagenabschnitt 29b den Wirkbereich des in der Start-Endlage angeordneten Sensors 22 und wird an der Steuerkante 33b zum Zeitpunkt T_0 ein Startsignal S_{Start} ausgelöst und an die Steuereinrichtung 13 übermittelt. Wie später noch erläutert wird, wird die fallende Signalfanke des Sensors 22 ausgewertet. Die weitere steigende und fallende Signalfanke, die an den Kanten 34b und 32b der Schalfahne 27b ausgelöst werden, werden auf der Bewegung des Bauteils aus seiner rechten Endlage in die linke Endlage nicht ausgewertet.

[0058] Der in der anzufahrenden Ziel-Endlage angeordnete Sensor 21 wird von der an diesen vorbeibewegten Steuerleiste 25 geschaltet. Tritt die Schalfahne 27a mit ihrer Steuerkante 32a in den Wirkbereich des ortsfesten Sensors 21 ein, löst diese ein erstes Messsignal S_1 zum Zeitpunkt T_1 aus, welches über die Signalleitung 19 an die Steuereinrichtung 13 weitergegeben wird. Zu einem späteren, in der Bewegungsphase liegenden Zeitpunkt T_2 kommt der Endlagenabschnitt 29a mit seiner Steuerkante 33a in den Wirkbereich des Sensors 21 und löst ein zweites Messsignal S_2 im Sensor 21 aus, welches ebenfalls über die Signalleitung 19 an die Steuereinrichtung 13 übermittelt wird. Mit dem Zeitpunkt T_2 ist das Bewegungsende erreicht. Wie in der Fig. 8 ersichtlich, werden die steigenden Signalfanken der Signalverläufe S_{E1} , S_{E2} als Messsignale S_1 , S_2 ausgewertet. Dies ist von Vorteil, da nun unabhängig vom Vertikalabstand zwischen Steuerkante 32a, b, 33a, b und Sensor 21, 22 stets dieselbe Zeitspanne t_{1st} gemessen wird und eine unkomplizierte Montage der Sensoren 21, 22 am Antrieb 1; 1'; 1" möglich ist. Das durch die Steuerkante 34a der Schalfahne 27a am Sensor 21 ausgelöste Messsignal wird zwar als fallende Signalfanke erfasst, jedoch nicht ausgewertet. Die Steuereinrichtung 13 ermittelt aus der Zeitdifferenz zwischen den Messsignalen S_1 , S_2 eine Zeitspanne t_1 , die dem ermittelten Istwert t_{1st} in der ersten Bewegungsphase entspricht.

[0059] Wie in der Zusammenschau mit Fig. 1 ersichtlich, umfasst die Steuereinrichtung 13 neben der Ausgabevor-

richtung 53 noch einen elektronischen Speicher 54, eine elektronische Reglereinheit 55 und einen Rechnerbaustein 56, insbesondere Mikroprozessor, wie in den Fig. schematisch eingetragen. Der Rechnerbaustein 56 ist in der Reglereinheit 55 integriert. Im Speicher 54 ist für die Zeitspanne t_1 ein Sollwert $t_{1\text{Soll}}$ abrufbar hinterlegt, der auf eine Type von Antrieb 1, 1', 1" abgestimmt ist. Dieser Sollwert für die Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ wird zu den unterschiedlichen Ausführungsformen der Antriebe 1; 1' mathematisch oder empirisch ermittelt. Aus der ermittelten Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ und der festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ wird von der Reglereinheit 55 der Steuereinrichtung 13 ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt, eine Regelabweichung aus der Differenz zwischen dem Soll- und Istwert berechnet sowie eine Stellgröße gebildet, wie dies in der Fig. 11b gezeigt ist. Die Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ wird folglich während der Bewegungsphase des Bauteils ermittelt und in oben angegebener Art und Weise durch die Steuereinrichtung 13 weiterverarbeitet.

[0060] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden auf Basis der Regelabweichung aus der ersten Bewegungsphase des Bauteils ein gemeinsamer erster Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} der Schaltelemente 10, 11 und ein zweiter, in der Bewegungsphase nachfolgender, gemeinsamer Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 berechnet und im Speicher 54 abgelegt. Wird die dritte Bewegungsphase des Bauteils gestartet, daher die Bewegung des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung wie die der ersten Bewegungsphase des Bauteils, so werden die zuvor berechneten Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 aus dem Speicher 54 ausgelesen und zumindest einer der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} in der dritten Bewegungsphase so eingestellt, dass die Regelabweichung korrigiert ist, wie in Fig. 11 noch näher beschrieben wird.

[0061] In der Inbetriebsetzung des Antriebs 1; 1'; 1" werden die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 durch die Steuereinrichtung 13 vorgegeben. Beispielsweise werden/wird zu jeder Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31, 31' - jeweils die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 oder eine Zeitspanne t_{GD} in der letzten Bewegungsphase des Bauteils vor dem Stillstand des Antriebs 1; 1'; 1" erfasst, abgespeichert und diese nach dem Neustart des Antriebs 1; 1'; 1" in der ersten und zweiten Bewegungsphase herangezogen. Vor der Erstinbetriebnahme des Antriebs 1; 1'; 1" werden die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 oder wird die Zeitspanne t_{GD} ebenfalls von der Steuereinrichtung 13 vorgegeben.

[0062] Wie aus den Signalverläufen für die Schaltstellungen S_{SCH1} , S_{SCH2} der Schaltelemente 10, 11 ersichtlich, wird für die Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage bzw. rechten Endlage in die linke Endlage vorerst das erste Schaltelement 10 zum Startzeitpunkt T_{Start} über ein von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagnet 12 abgegebenes, erstes Steuersignal in die Betätigungsstellung umgestalten und bis zum ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} in der Betätigungsstellung für die Zeitspanne t_{SCH1} gehalten. Innerhalb dieser Zeitspanne t_{SCH1} wird die Druckkammer 8; 9' mit Systemdruck belüftet und somit eine Druckbeaufschlagung des Bauteils in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- bewirkt, während das andere Schaltelement 11 für die Zeitspanne t_{SCH1} in der Ruhestellung verharrt und die Druckkammer 9; 8' drucklos bzw. entlüftet ist.

[0063] Im ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} wird von der Steuereinrichtung 13 an die Steuermagnete 12 neuerlich ein zweites Steuersignal abgegeben, mit welchem das Schaltelement 10 in die Ruhestellung und das Schaltelement 11 in die Betätigungsstellung für eine Zeitspanne t_{GD} umgestalten werden. Hierdurch wird die ursprünglich druckbeaufschlagte Druckkammer 8; 9' entlüftet, die ursprünglich drucklose Druckkammer 9; 8' mit Systemdruck für die Zeitdauer t_{GD} belüftet und somit ein kleiner Druckpolster kurz vor dem Ende der Bewegungsphase des Bauteils aufgebaut, gegen den der bewegte Bauteil aufläuft, sodass ein harter Anschlag in der Endlage des Bauteils ausgeschlossen ist.

[0064] Die Zeitspanne t_{GD} ergibt sich aus der Zeitdifferenz zwischen T_{UZ1} und T_{UZ2} bzw. den von der Steuereinrichtung 13 abgegebenen Steuersignalen zur Umsteuerung der Schaltelemente 10, 11 und wird von der Steuereinrichtung 13 ermittelt, wie in Fig. 11 beschrieben wird. Die Zeitspanne t_{GD} für die Dauer des Gegensteuerns der Druckkammern 8, 9; 8', 9' wird aus der Zeitspanne t_1 abgeleitet. Durch die Umsteuerung der Schaltelemente 10, 11 und Änderung der Druckzustände in den Druckkammern 8, 9; 8', 9', wird gegen Ende der Bewegungsphase eine Bremsphase eingelegt, in welcher durch den in der Druckkammer 9; 8' aufgebauten Druckpolster eine Abbremsung des in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- bis zum Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} mit maximal möglicher Geschwindigkeit bewegten Bauteils erfolgt. Demnach wird im ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} die Bremsphase eingeleitet und im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} die Bremsphase beendet. Die Bremsphase ist somit durch die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} und/oder die Dauer des Gegensteuerns bzw. die Zeitspanne t_{GD} festgelegt.

[0065] Am Ende der Bremsphase im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} wird erneut von der Steuereinrichtung 13 an die Steuermagnete 12 der Schaltelemente 10, 11 ein drittes Steuersignal abgegeben und die Druckkammern 8, 9; 8', 9' gegenläufig angesteuert, wobei der Bauteil kurz vor Erreichen seiner Endlage nochmals in Bewegungsrichtung wiederum mit Systemdruck bzw. die Druckkammer 8; 9' wiederum mit Systemdruck beaufschlagt und die Druckkammer 9; 8' entlüftet wird. Dadurch erfährt der Bauteil am Ende der Bremsphase, wo dieser bereits eine geringe Bewegungsgeschwindigkeit aufweist, erneut einen Vorschub in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- in Richtung auf seine linke Endlage. Damit wird sichergestellt, dass der Bauteil zuverlässig seine Endlage erreicht. Zu diesem Zweck wird im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} ein dem dritten Steuersignal entsprechendes Nachschaltsignal S_{NS} erzeugt, durch welches über die Steuereinrichtung 13 das den Vorschub des Bauteils in die ursprüngliche Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - bewirkende Schaltelement 10 zumindest bis zum Ende der Bewegungsphase und mit Erreichen der Endlage

angesteuert wird. In einer bevorzugten Ausführung liegt das Nachschaltsignal S_{NS} am Steuermagnet 12 des Schaltelementes 10 über eine Zeitspanne t_{SCH2} bis zum Bewegungsstart des Bauteils in der zweiten Bewegungsphase an, in welcher der Bauteil aus seiner linken Endlage in seine rechte Endlage in gegenläufiger Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - bewegt wird. Somit liegt über die gesamte Zeitspanne t_{SCH2} in der Druckkammer 8; 9' der Systemdruck an und wird dadurch der Bauteil für eine gewisse Zeit in der angefahrenen Endlage positioniert gehalten. Die Zeitspanne t_{SCH2} resultiert aus der Zeitdifferenz zwischen dem zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} und einem dritten Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} der Schaltelemente 10, 11. Im dritten Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} wird erneut von der Steuereinrichtung 13 an die Steuermagnete 12 der Schaltelemente 10, 11 ein viertes Steuersignal abgegeben und die Druckkammern 8, 9; 8', 9' gegenläufig angesteuert. Das vierte Steuersignal entspricht dabei dem Startsignal für die zweite Bewegungsphase zum Zeitpunkt T_{Start} . Das Schaltelement 11 ist stets gegenläufig zum Schaltelement 10 angesteuert und verharrt für die Zeitspanne t_{SCH2} in seiner Ruhestellung.

[0066] Wie sich aus dem Beschriebenen erkennen lässt, müssen die Schaltelemente 10, 11 bzw. die Druckkammern 8, 9; 8', 9' innerhalb einer Bewegungsphase schlagartig und gegenläufig, exakt zu den berechneten Umschaltzeitpunkten T_{UZ1} , T_{UZ2} und von der Steuereinrichtung 13 oder der übergeordneten Steuerung vorgegebenen Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} angesteuert werden, wie dies durch aus dem Stand der Technik bekannte Schnellschaltventile erfüllt wird.

[0067] Vorteilhaft ist auch eine Maßnahme, bei der vor dem Bewegungsbeginn des Bauteils in die gegenläufige Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - daher vor dem Startzeitpunkt T_{Start} der zweiten Bewegungsphase, von der Steuereinrichtung 13 demjenigen Schaltelement 10 ein Vorsteuersignal S_{VS} zugeführt und dessen Schaltzustand geändert wird, welches die Druckbeaufschlagung in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- bewirkt, wie in strichlierte Linien in Fig. 8 eingetragen. Das Vorsteuersignal S_{VS} wird zum Vorsteuerzeitpunkt T_{VS} ausgelöst. Die Zeitdifferenz zwischen dem Vorsteuerzeitpunkt T_{VS} und dem Startzeitpunkt T_{Start} für die zweite Bewegungsphase entspricht der Zeitspanne t_2 , wobei der Startzeitpunkt T_{Start} dem dritten Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} der Schaltelemente 10, 11 entspricht. Die Zeitspanne t_2 wird vorzugsweise empirisch ermittelt und im Speicher 54 der Steuereinrichtung 13 abrufbar abgelegt. Wie oben beschrieben, wird von der Steuereinrichtung 13 oder der übergeordneten Steuerung der dritte Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} der Schaltelemente 10, 11 vorgegeben. Der Vorsteuerzeitpunkt T_{VS} wird in jeder Bewegungsphase des Bauteils aus der Zeitdifferenz zwischen dem Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} und der Zeitspanne t_2 berechnet und noch vor Bewegungsbeginn des Bauteils in zur vorangegangenen Bewegungsphase entgegengesetzter Bewegungsrichtung dem, die Druckbeaufschlagung in Bewegungsrichtung des Bauteils bewirkenden Schaltelement 10, 11 aufgeschaltet.

[0068] Wird das Vorsteuersignal S_{VS} von der Steuereinrichtung 13 ausgelöst, wird nach der Darstellung in Fig. 8 die in der ersten Bewegungsphase mit Systemdruck beaufschlagte Druckkammer 8; 9' noch vor dem Bewegungsbeginn des Bauteils in der zweiten Bewegungsphase entlüftet bzw. der Druck in dieser Druckkammer 8; 9' reduziert, sodass der Bewegung des Bauteils zum Bewegungsbeginn in der zweiten Bewegungsphase nur eine minimierte oder keine Gegenkraft entgegenwirkt. Dies ist von Vorteil, da mit der durch den Systemdruck eingestellten Antriebskraft zum Bewegungsbeginn der zweiten Bewegungsphase eine hohe Beschleunigung erreicht und im weiteren, die Bewegungszeit des Bauteils zwischen den Endlagen wesentlich reduziert wird, wie dies in Fig. 9 als Diagramm beispielsweise für die erste Bewegungsphase dargestellt ist. Wie sich daraus erkennen lässt, kann die Bewegungszeit des Bauteils in der darauf folgenden Bewegungsphase - nach der Darstellung gemäß Fig. 8 in der zweiten Bewegungsphase - durch das "frühzeitige" Entlüften der in der vorangegangenen Bewegungsphase - nach der Darstellung gemäß Fig. 8 in der ersten Bewegungsphase - druckbeaufschlagten Druckkammer 8, 9; 8', 9' mit zunehmender Dauer der Entlüftungszeit reduziert werden.

[0069] Das Schaltelement 11 wird dagegen von der Steuereinrichtung 13 zum Startzeitpunkt T_{Start} geschaltet, womit die Druckversorgungseinheit 18 über das Schaltelement 11 und die Druckleitung 17 mit der Druckkammer 9; 8' verbunden und diese mit dem Systemdruck beaufschlagt ist, sodass der Bauteil aus seiner linken Endlage in die rechte Endlage bewegt wird. Nach dieser Ausführung ergibt sich die Zeitspanne t_{SCH2} für das die Bewegung des Bauteils bewirkende Schaltelement 10 aus der Zeitdifferenz zwischen dem zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} und dem Vorsteuersignal S_{VS} , wie dies jedoch nicht in der Fig. eingetragen ist. Die Zeitspanne t_{SCH2} für das andere Schaltelement 11 bleibt unverändert.

[0070] Wie in Fig. 8 weiters eingetragen, werden von der Steuereinrichtung 13 noch die Zeitspannen t_3 , t_4 und t_5 ausgewertet. Die Zeitspanne t_3 wird von der Steuereinrichtung 13 aus der Zeitdifferenz zwischen den dritten Steuersignalen zum zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} und dem ersten Messsignal S_1 zum Zeitpunkt T_1 als Istwert t_{3Ist} ermittelt. Im Speicher 54 der Steuereinrichtung 13 ist auch für die Zeitspanne t_3 ein Sollwert t_{3Soll} abgelegt, der auf eine Type von Antrieb 1, 1', 1" abgestimmt ist und mathematisch berechnet oder empirisch ermittelt wird. Wie ebenfalls noch in Fig. 11a genauer beschrieben wird, wird von der elektronischen Reglereinheit 55 zwischen der festgelegten Zeitspanne t_{3Soll} und der ermittelten Zeitspanne t_{3Ist} ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt, eine Regelabweichung aus der Differenz zwischen dem Soll- und Istwert berechnet sowie eine Stellgröße gebildet. Anhand der Regelabweichung wird für die jeweils nächste Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - der erste und/oder zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 eingestellt und die Zeitspanne t_{GD} festgelegt.

[0071] Die eingetragene Zeitspanne t_4 wird zum Zeitpunkt T_2 ausgelöst und endet zu einem späteren Zeitpunkt, in welchem sichergestellt ist, dass sämtliche Rechenoperationen der Reglereinheit 55 abgeschlossen sind und die Regel-

abweichung bzw. Stellgrößen für die nächste Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung zur Verfügung stehen. Diese Zeitspanne t_4 kann beispielsweise fest vorgegeben werden und ist im Speicher 54 abgelegt. Nach Abschluss der Berechnungen der Regelabweichungen generiert die Steuereinrichtung 13 ein Freigabesignal, mit welchem die zweite Bewegungsphase des Bauteils von der Steuereinrichtung 13 oder übergeordneten Steuerung gestartet werden kann. Diese Ausführung kommt zur Anwendung, wenn aufgrund des Bewegungsablaufs des Antriebs 1; 1'; 1" bekannt ist, dass zwischen der ersten und zweiten Bewegungsphase des Antriebs 1; 1'; 1" der Bauteil in der jeweiligen Endlage für eine bestimmte Zeit verharret, innerhalb welcher die Berechnungen der Regelabweichungen und aller anderen mathematischer Funktionen abgeschlossen werden können. Diese Anwendung entspricht dem üblichen Gebrauch des erfindungsgemäßen Antriebs 1; 1'; 1" als Achse eines Mehrachs-Handhabungssystems, wonach die Rechnerleistung der Steuereinrichtung 13 niedriger ausgelegt werden kann.

[0072] Genauso gut ist es aber auch möglich, dass ein leistungsfähiger Mikroprozessor verwendet wird, der innerhalb der zweiten Bewegungsphase die Berechnungen der Regelabweichungen und aller anderen mathematischer Funktionen aus der ersten Bewegungsphase ausführt, sodass die entsprechenden Stellgrößen und sonstigen Rechenergebnisse, wie beispielsweise der Vorsteuerzeitpunkt T_{VS} , noch vor Beginn der dritten Bewegungsphase zur Verfügung stehen. Diese Ausführung kommt zur Anwendung, wenn eine alternierende Bewegung des Bauteils erforderlich ist und die Verweilzeit desselben in seinen Endlagen möglichst niedrig sein soll.

[0073] Wie in Fig. 8 eingetragen, wird zum Bewegungsbeginn des Bauteils von der Steuereinrichtung 13 die Zeitspanne t_5 ermittelt, die sich aus der Zeitdifferenz zwischen dem Steuersignal zum Startzeitpunkt T_{Start} des die Bewegung des Bauteils einleitenden Schaltelementes 10 und dem Startsignal S_{Start} zum Zeitpunkt T_0 ergibt. Diese Zeitspanne t_5 resultiert aus der Trägheit des Systems, beispielsweise aus der Schaltzeit des Schaltelementes 10, Druckfortpflanzung in den Druckleitungen 16, 17, Reibung zwischen den relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, Masse des zu bewegendes Bauteils und dgl. Um diese Trägheit des Antriebs 1; 1'; 1" zu kompensieren, wird das erste Steuersignal bzw. Schaltsignal für das die Bewegung des Bauteils bewirkende Schaltelement 10 um die Zeitspanne t_5 früher als der tatsächliche Bewegungsbeginn des Bauteils ausgelöst und dadurch die Druckbeaufschlagung des Bauteils vorzeitig eingeleitet, sodass die Trägheit des Antriebs 1; 1'; 1" keine negative Auswirkung auf die Bewegungszeit des Bauteils hervorruft.

[0074] Nachdem gemäß Fig. 8 die erste Bewegungsphase der Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage in die linke Endlage entspricht, wird die Zeitspanne t_5 aus dem Speicher 54 ausgelesen. Zu diesem Zweck, werden vor dem Stillsetzen des Antriebs 1; 1'; 1" die ermittelten Zeitspannen t_5 aus der letzten Bewegungsphase des Bauteils jeder Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31, 31' - im Speicher 54 abgelegt. In der Inbetriebsetzung des Antriebs 1; 1'; 1" wird nach dem Neustart des Antriebs 1; 1'; 1" für die erste Bewegungsphase des Bauteils die ermittelte Zeitspannen t_5 aus der letzten Bewegungsphase des Bauteils derselben Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - und für die zweite Bewegungsphase des Bauteils die ermittelte Zeitspannen t_5 aus der letzten Bewegungsphase des Bauteils in derselben Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - herangezogen.

[0075] Im Betrieb wird die Zeitspanne t_5 in allen Bewegungsphasen laufend berechnet, im Speicher 54 abgelegt und in der jeweils nächsten Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung herangezogen. Die Steuereinrichtung 13 ermittelt bzw. berechnet die Zeitspanne t_5 beispielsweise in der ersten Bewegungsphase und schaltet diese oder die übergeordnete Steuerung in der dritten Bewegungsphase das Schaltelement 10 zu dem aus der ersten Bewegungsphase errechneten, neuen Startzeitpunkt T_{Start} .

[0076] Sind wie in Fig. 7 dargestellt, beispielsweise zwei Antriebe 1', 1" bewegungsmäßig miteinander gekoppelt, ist es von Vorteil, dass an die zumindest eine Steuereinrichtung 13 und/oder übergeordnete Steuerung vor Beendigung der Bewegungsphase des ersten Antriebs 1' ein Rückmeldesignal $S_{Rück}$ abgegeben und der Startzeitpunkt T_{Start} des zweiten Antriebs 1" zumindest um die Zeitspanne t_5 vorgelegt wird. Zum Startzeitpunkt T_{Start} wird das die Bewegung des Bauteils bewirkende Schaltelement geschaltet, die entsprechende Druckkammer des Stellantriebs 40" mit Systemdruck beaufschlagt und der Führungsschlitten 43" beispielsweise von oben nach unten zwischen seinen Endlagen verstellt. Durch die voreilende Rückmeldung bzw. das voreilende Rückmeldesignal $S_{Rück}$ wird die Trägheit kompensiert, so dass der zweite Antrieb 1" tatsächlich seine Bewegung startet, wenn der erste Antrieb 1' seine Endlage erreicht hat. Dadurch ist eine erhebliche Reduzierung der Bewegungszeiten des Handhabungssystems 48 erreichbar.

[0077] Das Rückmeldesignal $S_{Rück}$ muss aber nicht zwingend voreilend, daher vor dem Ende der Bewegungsphase des ersten Antriebs 1' an die Steuereinrichtung 13 oder übergeordnete Steuerung (nicht dargestellt) ausgegeben werden. Es sind auch Anwendungen denkbar, bei welchen das Rückmeldesignal $S_{Rück}$ gleichzeitig mit dem Erreichen oder nach dem Erreichen der Endlage des ersten Antriebs 1' abgegeben wird. Dies kann der Fall sein, wenn der zweite Antrieb 1" mit einem Laserstrahlkopf bestückt ist, der definiert aus der Endlage des ersten Antriebs 1' mittels des zweiten Antriebs 1" auf eine Schweißstelle zubewegt werden muss. Damit der Laserstrahlkopf bis zum Erreichen der Schweißstelle absolut schwingungsfrei ist, wird die Bewegung des zweiten Antriebs 1" mit dem Laserstrahlkopf frühestens mit dem Erreichen der Endlage des ersten Antriebs 1' gestartet.

[0078] Der Zeitpunkt T_R (in den Fig. nicht eingetragen), in welchem das Rückmeldesignal $S_{Rück}$ ausgelöst wird, wird von der Steuereinrichtung 13 oder der übergeordneten Steuerung berechnet und ergibt sich aus der Differenz zwischen

dem Zeitpunkt T_2 des Sensors 21 vom ersten Antrieb 1; 1' und der Zeitspanne t_5 zu Bewegungsbeginn des zweiten Antriebs 1". Da der Zeitpunkt T_2 erst mit Erreichen der anzufahrenden Endlage erfasst wird, muss dieser für die Berechnung des Zeitpunktes T_R aus der vorangegangenen Bewegungsphase des Antriebs 1' herangezogen werden, worauf von der Steuereinrichtung 13 der Zeitpunkt T_R für die darauf folgende Bewegungsphase des zweiten Antriebs 1 " ermittelt werden kann.

[0079] Es versteht sich, dass bei umgekehrter Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - eine entsprechend umgekehrte Ansteuerung der Schaltelemente 10, 11 erfolgt, wie in Fig. 8 für die zweite Bewegungsphase eingetragen, wobei die entsprechenden Messsignale S_1 , S_2 vom Sensor 22, das Bestätigungssignal S_B und Startsignal S_{Start} vom Sensor 21 ausgelöst werden. Das Schaltelement 11 erhält zum Zeitpunkt T_{Start} das erste Steuersignal für den Beginn der Bewegung des Bauteils von seiner linken Endlage in die rechte Endlage wiederum von der Steuereinrichtung 13 oder der übergeordneten Steuerung. Auch für diese Bewegungsrichtung, wird bei einer Regelabweichung in der zweiten Bewegungsphase des Bauteils von der Steuereinrichtung 13 der erste und/oder zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 berechnet und in der vierten Bewegungsphase des Bauteils der erste und/oder zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11 entsprechend eingestellt.

[0080] Fig. 10 zeigt das prinzipielle Zeitdiagramm für den Antrieb 1 gemäß den gezeigten Ausführungen nach den Fig., 3, 4. Dabei sind der Signalverlauf S_R für die Rückmeldung, die Signalfolgen S_{E1} und S_{E2} der beiden Sensoren 21, 22 sowie die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 36 über die Zeit von drei Bewegungsphasen des zwischen den Endlagen beweglichen Bauteils dargestellt. Nach dem Ausführungsbeispiel des Antriebs 1 gemäß Fig. 3 und 4 entspricht die erste und dritte Bewegungsphase einer Ausfahrbewegung - gemäß Pfeil 31- des Hubzylinders 2 und die zweite Bewegungsphase einer Einfahrbewegung - gemäß Pfeil 31' - des Hubzylinders 2. Es wird an dieser Stelle auf die detaillierte Beschreibung der Festlegung der unterschiedlichen Signalverläufe S_R , S_{E1} , S_{E2} , Zeitpunkte T_1 , T_{Start} , T_0 , T_1 , T_2 , T_{UZ1} , T_{UZ2} , T_{UZ3} , T_R und Zeitspannen t_1 , t_3 , t_4 , t_5 , t_{SCH1} , t_{SCH2} verzichtet, da diese jenen nach Fig. 8 entsprechen.

[0081] Zum Startzeitpunkt T_{Start} wird vorerst über eine übergeordnete Steuerung (nicht dargestellt) der elektronischen Steuereinrichtung 13 ein Startsignal übermittelt, wie in den Fig. durch den Pfeil 50 angedeutet, und danach von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagnet 37 ein erstes Steuersignal abgegeben, wodurch der Steuermagnet 37 bestromt und das Schaltelement 36 in die Betätigungsstellung umgeschaltet und der bewegbare Bauteil - gemäß gezeigter Ausführung der Hubzylinder 2 - aus seiner Ausgangslage in Richtung des Pfeils 31 von rechts nach links verstellt wird. Befindet sich nun das Schaltelement 36 in der in Fig. 3 gezeigten Betätigungsstellung ist die Druckleitung 16 geöffnet, sodass die Druckkammer 8 des Antriebs 1 mit der Druckversorgungseinheit 18 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt wird, während die Druckkammer 9 über die Druckleitung 17 mit einer Entlüftungsleitung 51 am Schaltelement 36 verbunden ist, sodass das in der Druckkammer 9 befindliche Druckmittel bzw. Arbeitsmedium ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann. Daher ist in der rechten Endlage des bewegbaren Bauteils die Druckkammer 9 von der Druckversorgungseinheit 18 getrennt.

[0082] Mit Beginn der Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage bzw. rechten Endlage zum Startzeitpunkt T_{Start} wird die Steuerleiste 26 am ortsfesten Sensor 22 vorbeibewegt und in diesem der in Fig. 10 gezeigte Signalverlauf ausgelöst. Dieser Signalverlauf entspricht jenem in Fig. 8 und wird deshalb auf eine nochmalige Beschreibung an dieser Stelle verzichtet.

[0083] Der in der anzufahrenden Endlage angeordnete Sensor 21 wird von der an diesen vorbeibewegten Steuerleiste 26 geschaltet. Tritt die Schaltfahne 27a mit ihrer Steuerkante 32a in den Wirkungsbereich des ortsfesten Sensors 21 ein, löst diese ein erstes Messsignal S_1 zum Zeitpunkt T_1 aus, welches über die Signalleitung 19 an die Steuereinrichtung 13 weitergegeben wird. Zu einem späteren, in der Bewegungsphase liegenden Zeitpunkt T_2 kommt der Endlagenabschnitt 29a mit seiner Steuerkante 33a in den Wirkungsbereich des Sensors 21 und löst ein zweites Messsignal S_2 im Sensor 21 aus, welches ebenfalls an die Steuereinrichtung 13 übermittelt wird. Es sei hier auf die detaillierte Beschreibung zu Fig. 8 verwiesen, in welcher der Signalverlauf am Sensor 21 erläutert ist, und wird deshalb an dieser Stelle von einer Wiederholung Abstand genommen.

[0084] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden auf Basis der Regelabweichung in der ersten Bewegungsphase des Bauteils ein erster Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} des Schaltelementes 36 und/oder ein zweiter, in der Bewegungsphase nachfolgender Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} des Schaltelementes 36 berechnet und im Speicher 54 abgelegt. Wird die dritte Bewegungsphase des Bauteils gestartet, daher die Bewegung des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung wie die der ersten Bewegungsphase des Bauteils, so werden der/die zuvor berechneten Umschaltzeitpunkt(e) T_{UZ1} , T_{UZ2} des Schaltelementes 36 aus dem Speicher 54 ausgelesen und zumindest einer der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} in der dritten Bewegungsphase so eingestellt, dass die Regelabweichung korrigiert ist.

[0085] Wie aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 36 ersichtlich, wird für die Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage bzw. rechten Endlage in die linke Endlage das Schaltelement 36 zum Startzeitpunkt T_{Start} über das von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagnet 37 abgegebene, erstes Steuersignal in die Betätigungsstellung umgestalten und bis zum ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} in der Betätigungsstellung für die Zeitspanne t_{SCH1} gehalten. Innerhalb dieser Zeitspanne t_{SCH1} wird die Druckkammer 8 mit Systemdruck belüftet und somit eine Druckbeaufschlagung des Bauteils in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- bewirkt, während die Druckkam-

mer 9 entlüftet wird.

[0086] Im ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} wird von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagneten 37 ein zweites Steuersignal abgegeben, mit welchem das Schaltelement 36 für eine Zeitspanne t_{GD} in die Ruhestellung umgestaltet wird. Hierdurch wird die ursprünglich druckbeaufschlagte Druckkammer 8 entlüftet, die ursprünglich drucklose Druckkammer 9 für die Zeitdauer t_{GD} mit Systemdruck belüftet und somit ein kleiner Druckpolster kurz vor dem Ende der Bewegungsphase des Bauteils aufgebaut, gegen den der bewegte Bauteil aufläuft, sodass ein harter Anschlag in der Endlage des Bauteils ausgeschlossen ist.

[0087] Die Zeitspanne t_{GD} ergibt sich aus der Zeitdifferenz zwischen T_{UZ1} und T_{UZ2} bzw. den von der Steuereinrichtung 13 abgegebenen Steuersignalen zur Umsteuerung des Schaltelementes 36 und wird von der Steuereinrichtung 13 ermittelt. Durch die Umsteuerung des Schaltelementes 36 bzw. dessen Schaltstellungen und Änderung der Druckzustände in den Druckkammern 8, 9, wird gegen Ende der Bewegungsphase eine Bremsphase eingelegt, in welcher durch den in der Druckkammer 9 aufgebauten Druckpolster eine Abbremsung des in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- bis zum Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} mit maximal möglicher Geschwindigkeit bewegten Bauteils erfolgt.

[0088] Am Ende der Bremsphase im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} wird erneut von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagneten 37 des Schaltelementes 36 ein drittes Steuersignal abgegeben und die Druckkammern 8, 9 gegenläufig angesteuert, wobei der Bauteil kurz vor Erreichen seiner Endlage in Bewegungsrichtung wiederum mit Systemdruck bzw. die Druckkammer 8 mit Systemdruck beaufschlagt und die Druckkammer 9 entlüftet wird. Dadurch erfährt der Bauteil am Ende der Bremsphase, wo dieser bereits eine geringe Bewegungsgeschwindigkeit aufweist, erneut einen Vorschub in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- in Richtung auf seine linke Endlage. Damit wird sichergestellt, dass der Bauteil zuverlässig seine Endlage erreicht. Zu diesem Zweck wird im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} ein dem dritten Steuersignal entsprechendes Nachschaltsignal S_{NS} erzeugt, welches dem Steuermagnet 37 über eine Zeitspanne t_{SCH2} bis zum Bewegungsstart des Bauteils in der zweiten Bewegungsphase aufgeschaltet wird. Die Wirkung des Nachschaltsignals S_{NS} wurde oben bereits ausführlich beschrieben.

[0089] Im dritten Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} wird erneut von der Steuereinrichtung 13 an den Steuermagnet 37 des Schaltelementes 36 ein viertes Steuersignal abgegeben und die Druckkammern 8, 9 gegenläufig angesteuert. Das vierte Steuersignal entspricht dabei dem Startsignal für die zweite Bewegungsphase zum Zeitpunkt T_{Start} .

[0090] Es versteht sich, dass bei umgekehrter Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - eine entsprechend umgekehrte Ansteuerung des Schaltelementes 36 erfolgt, wie in Fig. 10 für die zweite Bewegungsphase eingetragen, wobei die entsprechenden Messsignale S_1 , S_2 vom Sensor 22, das Bestätigungssignal S_B und Startsignal S_{Start} vom Sensor 21 ausgelöst werden. Das Schaltelement 36 wird hierzu von der in Fig. 3 eingetragenen Betätigungsstellung in die in Fig. 4 eingetragene Ruhestellung geschaltet, indem zum Startzeitpunkt T_{Start} der zweiten Bewegungsphase von der übergeordneten Steuerung oder Steuereinrichtung 13 der Steuermagnet 37 mit dem ersten Steuersignal angesteuert und der Steuermagnet 37 in den unbestromten Zustand verbracht wird. Dadurch wird der Bauteil aus seiner linken Endlage entgegen der ursprünglichen Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- in die rechte Endlage bewegt. In dieser Schaltstellung des Schaltelementes 36 ist die Druckleitung 17 geöffnet, sodass die Druckkammer 9 des Antriebs 1 mit der Druckversorgungseinheit 18 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt wird, während die Druckkammer 8 über die Druckleitung 16 mit einer Entlüftungsleitung 51 am Schaltelement 36 verbunden ist, sodass das in der Druckkammer 8 befindliche Druckmittel bzw. Arbeitsmedium ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann. Auch für diese Bewegungsrichtung, wird in der zweiten Bewegungsphase des Bauteils von der Steuereinrichtung 13 der erste und/oder zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} , T_{UZ2} des Schaltelementes 36 berechnet und in der vierten Bewegungsphase des Bauteils der neue, erste und/oder zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} , T_{UZ2} des Schaltelementes 36 entsprechend eingestellt.

[0091] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung des fluidisch betätigten Antriebs 1; 1'; 1'' wird nun anhand der in den Fig. 11 bis 12b gezeigten Verfahrensabläufe näher beschrieben.

[0092] Der Bewegungsbeginn des Bauteils in der ersten Bewegungsphase wird durch den Block 70 und das Bewegungsende des Bauteils in der ersten Bewegungsphase durch den Block 71 symbolisiert. Die Bewegung des Bauteils wird über eine die Steuereinrichtung 13 aufweisende Überwachungseinrichtung 72, wie in den vorangegangenen Fig. schematisch eingetragen, überwacht. Diese Überwachungseinrichtung 72 ist beispielsweise durch einen elektronischen bzw. programmierten Zähler gebildet, der die Anzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und einem Low-Pegel des Sensors 21 und/oder 22 erfasst. Im Speicher 54 der Steuereinrichtung 13 ist ein Wert für die Mindestanzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und einem Low-Pegel des Sensors 21 und/oder 22 abgelegt.

[0093] Im Verfahrensschritt 73 wird von der Steuereinrichtung 13 ein Vergleich zwischen der ermittelten Anzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und einem Low-Pegel und einer festgelegten Mindestanzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und einem Low-Pegel durchgeführt und eine Auswertung vorgenommen. Unterschreitet die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel die festgelegte Mindestanzahl an Zustandswechsel, wird an der Ausgabevorrichtung 53 der Steuereinrichtung 13 und/oder an der übergeordneten Steuerung eine Fehlermeldung angezeigt. Diese Fehlermeldung ist als Block 74 dargestellt. Nach dieser Ausführung ist die Mindestanzahl an Zustandswechsel größer Eins festgelegt und wird eine Fehlermeldung ausgegeben, sofern

die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel beispielsweise Eins oder Null beträgt. Ursache der Fehlermeldung kann beispielsweise ein defekter Sensor 21, 22 oder eine Behinderung des Bewegungsablaufs vom Bauteil sein. Letzteres, wenn beispielsweise ein technischer Defekt am Antrieb 1; 1'; 1" auftritt oder ein Montageteil am Antrieb 1; 1'; 1" eingeklemmt und dadurch eine Bewegung des Bauteils verhindert ist.

[0094] Ist hingegen die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel höher als die festgelegte Mindestanzahl an Zustandswechsel, wird der Verfahrensschritt 75 eingeleitet.

[0095] In diesem Verfahrensschritt 75 wird zunächst von der Reglereinheit 55 der Steuereinrichtung 13 ein Soll-Ist-Vergleich zwischen der festgelegten Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$ und der ermittelten Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ durchgeführt. Weicht die ermittelte Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ von der festgelegten Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$ ab, wird aus diesen in einem ersten Regelkreis der Reglereinheit 55 jeweils eine Stellgröße zur Einstellung der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} gebildet.

[0096] In Fig. 11a ist der erste Regelkreis detailliert dargestellt. Wie daraus ersichtlich, wird in der ersten Bewegungsphase für die nächste Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung des Bauteils an einem Vergleichsglied 76 eine Regelabweichung (e) zwischen der ermittelten Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ und der festgelegten Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$ berechnet und einem ersten Regler 77 der Reglereinheit 55 zugeführt. Im Regler 77 werden aus der Regelabweichung (e) nach einem festgelegten Regelgesetz die Stellgrößen zur Einstellung beider Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} berechnet und danach im Speicher 54 abgelegt. Wird nun die Bewegung des Bauteils in der dritten Bewegungsphase gestartet, so werden die entsprechenden Stellgrößen aus dem Speicher 54 ausgelesen und auf die Schaltelemente 10, 11 gemäß den Ausführungen in den Fig. 1, 2; 5, 6; 7 oder das Schaltelement 36 gemäß der Ausführung in den Fig. 3, 4 aufgeschaltet. Die Schaltelemente 10, 11; 36 bilden die Stellglieder des Regelkreises, wie diese jedoch in der Fig. 11a nicht dargestellt sind. Aus dem oben Stehenden lässt somit erkennen, dass bei einer Abweichung der Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ von der Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$, die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} für die nächste, gleichsinnige Bewegungsphase neu eingestellt werden. Auf diese Weise wird nun sicher gestellt, dass eine Regelabweichung (e), die in einer vorangegangenen Bewegungsphase in die erste Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- festgestellt wird, durch Veränderung der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} ausgeregelt wird und in der darauf folgenden Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- die oder das Schaltelement(e) 10, 11; 36 nach den berechneten Umschaltzeitpunkten T_{UZ1} , T_{UZ2} angesteuert werden, sodass die erfasste Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ der festgelegten Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$ entspricht. Nach dieser Regelung werden die neuen Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} berechnet, wobei die Zeitspanne t_{GD} in allen nachfolgenden Bewegungsphasen in dieselbe Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- unverändert bleibt. Dadurch entspricht dieser Regeleingriff im Wesentlichen einer Verschiebung der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} im konstanten Abstand gegenüber dem Zeitpunkt T_1 . Entspricht hingegen der Ist-Wert der ermittelten Zeitspanne $t_{3\text{Ist}}$ dem festgelegten Sollwert der Zeitspanne $t_{3\text{Soll}}$, kann ein Stelleingriff und damit eine Verschiebung der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} auf der Zeitachse gegenüber dem Zeitpunkt T_1 entfallen und wird sofort der Verfahrensschritt 78 eingeleitet.

[0097] In diesem Verfahrensschritt 78 erfolgt wiederum von der Reglereinheit 55 ein Soll-Ist-Vergleich der festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ und der ermittelten Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$. Weicht die ermittelte Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ von der festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ ab, wird in der ersten Bewegungsphase für die nächste Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung des Bauteils vorerst die Regelabweichung (e) an einem Vergleichsglied 79 gebildet und einem zweiten Regler 80 der Reglereinheit 55 zugeführt, wie in Fig. 11b als zweiter Regelkreis der Reglereinheit 55 dargestellt. Im Regler 80 wird aus der Regelabweichung (e) nach einem festgelegten Regelgesetz nur eine Stellgröße zur Einstellung des Umschaltzeitpunktes T_{UZ1} bzw. der Zeitspanne t_{GD} gebildet und danach im Speicher 54 abgelegt. Wird nun die Bewegung des Bauteils in der dritten Bewegungsphase gestartet, so wird die entsprechende Stellgröße aus dem Speicher 54 ausgelesen und auf die Schaltelemente 10, 11 gemäß den Ausführungen in den Fig. 1, 2; 5, 6; 7 oder das Schaltelement 36 gemäß der Ausführung in den Fig. 3, 4 aufgeschaltet. Demnach wird in diesem Regelkreis der zweite Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} beibehalten und die Zeitspanne t_{GD} bzw. die Dauer des Gegensteuerns verändert, in dem der erste Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} auf der Zeitachse verschoben wird.

[0098] Entspricht dagegen die ermittelte Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ der festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$, wird eine Änderung der Zeitspanne t_{GD} bzw. der Dauer des Gegensteuerns unterlassen und der Bauteil anhand der in der letzten Bewegungsphase gültigen Einstellung für den ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} angetrieben.

[0099] Der erste und zweite Regler 77, 80 der Reglereinheit 55 sind durch einen I-Regler gebildet. Eine Vereinfachung des Regelungsverfahrens wird auch dadurch erreicht, dass die Zeitspannen $t_{1\text{Soll}}$, $t_{3\text{Soll}}$ als Zeitfenster mit einer Unter- und Obergrenze festgelegt werden und ein Regeleingriff nur dann stattfindet, wenn die ermittelten Zeitspannen $t_{1\text{Ist}}$, $t_{3\text{Ist}}$ außerhalb des Zeit- bzw. Toleranzfensters liegen. Die Unter- und Obergrenze des Zeitfensters sind dabei so festgelegt, dass dennoch ein optimales Abbremsverhalten und sanftes Anfahren der Endlage möglich ist.

[0100] Fig. 12 zeigt ein modifiziertes Verfahren zur Steuerung des Antriebs 1; 1', 1" in einem Ablaufdiagramm. Die Modifikation betrifft die Berücksichtigung bzw. Korrektur des Bewegungsablaufs des Bauteils. Zum einen kann der Fall eintreten, dass der Bauteil mit einer zu hohen Geschwindigkeit gegen die Endlage bewegt wird und durch die hohe kinetische Aufprallenergie, dieser von der Endlage entgegen der Soll-Bewegung bewegt wird und sich am, der anzu-fahrenden Endlage zugeordneten Sensor 21 ein Signalverlauf ergibt, wie er in Fig. 12a dargestellt ist. Zum anderen kann der Fall eintreten, dass der Bauteil mit einer zu niedrigen Geschwindigkeit gegen die Endlage bewegt wird und er

vor Erreichen der Endlage eine Pendelbewegung ausführt, sodass sich der in Fig. 12b dargestellte Signalverlauf für den in der anzufahrenden Endlage befindlichen Sensor 21 ergibt. Die Endlage ist durch ein mechanisches Begrenzungselement, wie ein Festanschlag oder Stossdämpfer gebildet.

[0101] Um diese beiden Fälle voneinander unterscheiden zu können, wird während der Bewegung des Bauteils über die in den vorangegangenen Fig. eingetragene Überwachungseinrichtung 72 im Verfahrensschritt 81 der Signalverlauf am, in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensor 21 ermittelt und die Anzahl der Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel ausgewertet. Überschreitet die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels am Sensor 21 eine von der Steuereinrichtung 13 festgelegte Grenzzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels, wird der Verfahrensschritt 82 eingeleitet.

[0102] Im Verfahrensschritt 82 wird von der Reglereinheit 55 der Steuereinrichtung 13 ein Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ und der ermittelten Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ durchgeführt. Unterschreitet die ermittelte Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ die festgelegte Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$, kann die Steuereinrichtung 13 durch Auswertung des Signalverlaufs feststellen, dass der Bauteil mit einer zu hohen Geschwindigkeit in die Endlage bewegt wurde.

[0103] Diese Situation wird anhand des in Fig. 12a gezeigten Signalverlaufs gezeigt. Dabei werden der Steuereinrichtung 13 drei Messsignale S_1 , S_2 , S_3 zugeführt. Das erste Messsignal S_1 wird zu einem Zeitpunkt T_1 erfasst, wenn beispielsweise die am bewegten Bauteil befestigte Steuerleiste 25 mit der in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - vorderen Steuerkante 32a in den Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors 21 eintritt, während das zweite Messsignal zu einem Zeitpunkt T_2 erfasst wird, in welchem die Steuerleiste 25 mit der zweiten Steuerkante 33a in den Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors 21 eintritt. Ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils zu hoch, wird dieser zunächst wegen seiner zu hohen Aufprallenergie an der Endlage entgegen seiner Soll-Bewegung bewegt und danach durch die nochmalige Druckbeaufschlagung zum sicheren Anfahren der Endlage in seine ursprüngliche Bewegungsrichtung angetrieben. Dadurch wird der Bauteil nochmals in Richtung auf die Endlage bewegt und gegen die Endlage hin abgebremst, sodass die zweite Steuerkante 33a wieder in den Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors 21 eintritt und dabei zu einem späteren Zeitpunkt T_3 das dritte Messsignal S_3 auslöst. Dieses dritte Messsignal S_3 wird jedoch nicht von der Steuereinrichtung 13 ausgewertet.

[0104] Da die Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ für die beschriebene Situation viel zu niedrig ist, wird der zweite Regelkreis, wie oben beschrieben, durchlaufen. Wesentlich ist, dass die korrigierte Zeitspanne t_{GD} anhand der vorangegangenen Bewegungsphase berechnet und erst in der darauf folgenden Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung des Bauteils die korrigierte bzw. reduzierte Zeitspanne t_{GD} eingestellt wird. Die Einstellung der Zeitspanne t_{GD} erfolgt wiederum durch die Korrektur wenigstens eines der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} der Schaltelemente 10, 11; 36.

[0105] Wird hingegen im Verfahrensschritt 82 festgestellt, dass die ermittelte Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ die festgelegte Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ überschreitet, wird dies in der ersten Bewegungsphase von der Steuereinrichtung 13 als Pendelbewegung ausgewertet, die durch eine Reduzierung der Zeitspanne t_{GD} beseitigt wird. Hierzu wird die im Speicher 54 abgelegte Zeitspanne t_{GD} mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert, der beispielsweise als Konstante zwischen 0,6 bis 0,8 definiert ist. Genauso gut ist es aber auch möglich, den Gewichtungsfaktor als Funktion der Abweichung zwischen der festgelegten Zeitspanne $t_{1\text{Soll}}$ und der ermittelten Zeitspanne $t_{1\text{Ist}}$ vorzugeben. Dieser Vorgang ist durch einen Block 83 in Fig. 12 dargestellt. Die um den Gewichtungsfaktor korrigierte Zeitspanne t_{GD} wird wiederum in der dritten Bewegungsphase als neue Zeitspanne t_{GD} herangezogen.

[0106] Diese Situation wird anhand des in Fig. 12b gezeigten Signalverlaufs gezeigt. Dabei werden der Steuereinrichtung 13 drei Messsignale S_1 , S_2 , S_3 zugeführt. Das erste Messsignal S_1 wird zu einem Zeitpunkt T_1 erfasst, wenn beispielsweise die am bewegten Bauteil befestigte Steuerleiste 25 mit der in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - vorderen Steuerkante 32a in den Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors 21 eintritt. Ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils zu niedrig, wird der Bauteil noch vor Erreichen der Endlage entgegen seiner Soll-Bewegung bewegt, sodass die Steuerleiste 25 wieder den Wirkungsbereich des Sensors 21 verlässt. Durch die Druckbeaufschlagung zum sicheren Anfahren der Endlage, wird der Bauteil wieder in seine ursprüngliche Bewegungsrichtung angetrieben, sodass die vordere Steuerkante 32a zum Zeitpunkt T_2 nochmals in den Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors 21 eintritt. Wird die Endlage erreicht, so wird zu einem späteren Zeitpunkt T_3 , wenn die Steuerkante 33a in den Wirkungsbereich des Sensors 21 eintritt, das dritte Messsignal S_3 ausgelöst, in welchem nun der Bauteil tatsächlich die Endlage erreicht hat. Dieses dritte Messsignal S_3 wird jedoch nicht von der Steuereinrichtung 13 ausgewertet.

[0107] Die in den Fig. 12a, 12b eingetragene Zeitspanne t_4 wird zum Zeitpunkt T_3 ausgelöst und endet zu einem späteren Zeitpunkt, in welchem sichergestellt ist, dass sämtliche Rechenoperationen der Reglereinheit 55 abgeschlossen sind und die Regelabweichung bzw. Stellgrößen für die nächste Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung zur Verfügung stehen. Das Bewegungsende wird erst zum Zeitpunkt T_3 erreicht. Ebenso tritt eine Verschiebung des Zeitpunktes T_R (in den Fig. nicht eingetragen) ein, in welchem das Rückmeldesignal $S_{\text{Rück}}$ ausgelöst wird.

[0108] Wie oben beschrieben, kann die Endlage entweder allein durch die geschickte Steuerung des Antriebs 1; 1'; 1" oder durch die Kombination aus der geschickten Steuerung des Antriebs 1; 1'; 1" und einem Stoßdämpfer sanft

angefahren werden. Wird ein Stoßdämpfer eingesetzt, so wird von diesem jener Anteil der kinetischen Aufprallenergie des Bauteils aufgenommen, der durch das Gegensteuern über die Zeitspanne t_{GD} nicht abgebaut wurde. Daher ist der Anteil der vom Stoßdämpfer zu absorbierenden, kinetischen Energie, maßgeblich durch die Dauer des Gegensteuerns t_{GD} beeinflusst. Wie oben beschrieben, ergibt sich die Zeitspanne t_{GD} für die Dauer des Gegensteuerns aus der Zeitspanne t_1 . Der Stoßdämpfer wirkt mit seiner Federkraft entgegen der Bewegungsrichtung des Bauteils, sodass die ermittelte Zeitspanne t_{1st} geringfügig ansteigen wird, wenn der bewegte Bauteil auf den Stoßdämpfer aufläuft. Dem gegenüber wird durch die Regelung aus der ermittelten Zeitspanne t_{1st} die Zeitspanne t_{GD} für die Dauer des Gegensteuerns geringfügig reduziert. Fällt durch einen Defekt der Stoßdämpfer aus oder wurde dieser fehlerhaft montiert, wird sich die Zeitspanne t_{1st} deutlich reduziert, sodass durch die Regelung aus der ermittelten Zeitspanne t_{1st} die Zeitspanne t_{GD} für die Dauer des Gegensteuerns vergrößert wird. Um einen Ausfall des Stoßdämpfers über die Steuereinrichtung 13 oder die übergeordnete Steuerung erfassen zu können, wird für die Zeitspanne t_{GD} eine zeitliche Untergrenze und Obergrenze festgelegt. Überschreitet die berechnete Zeitspanne t_{GD} die von der Steuereinrichtung 13 festgelegte und im Speicher 54 abgelegte Obergrenze, wird an der Ausgabevorrichtung 53 oder der übergeordneten Steuerung eine Fehlermeldung in Form eines optischen und/oder akustischen Signals ausgegeben und/oder der Antrieb 1; 1'; 1 " stillgesetzt.

[0109] Es sei noch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} bzw. die Zeitspanne t_{GD} für die dritte Bewegungsphase noch in der ersten und/oder zweiten Bewegungsphase oder während der Verweilzeit des Bauteils in der Endlage berechnet werden.

[0110] In den gemeinsam beschriebenen Fig. 13 bis 18 ist eine andere Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, die gegebenenfalls für sich eine eigenständige, erfinderische Lösung darstellen kann.

[0111] Fig. 13 zeigt einen Antrieb 100, der auch nach dieser Ausführung durch einen doppelt-wirkenden Hubzylinder 101 gebildet ist, der aus einem Zylinderrohr besteht, dessen Enden mit Stirnwänden 102, 103 abgeschlossen sind. In diesem Hubzylinder 101 ist durch ein Druckmittel verschiebbar, ein Stellkolben 104 geführt, der seinerseits mit einer Kolbenstange 105 verbunden ist. Die Kolbenstange 105 ist über ein entsprechendes Festlager 106 ortsfest gelagert, sodass der Hubzylinder 101 den beweglichen Bauteil und der Stellkolben 104 mit der Kolbenstange 105 den feststehenden Bauteil des Antriebs 100 bildet. Zwischen der linken Stirnwand 103 und dem Stellkolben 104 ist eine erste Druckkammer 107 und zwischen der rechten Stirnwand 102 und dem Stellkolben 105 eine zweite Druckkammer 108 ausgebildet.

[0112] Die Druckkammern 107, 108 sind nach dieser Ausführung über nur ein Schaltelement 109, insbesondere ein 5/3-Wegeventil wechselseitig mit Systemdruck beaufschlagbar. Das Schaltelement 109 weist beispielsweise zwei elektromagnetische Steuermagneten 110 auf, die über entsprechende Steuerleitungen 111, 112 mit einer elektronischen Steuereinrichtung 116 verbunden sind, die ihrerseits das Schaltelement 109 ansteuert. In unbestromtem Zustand der Steuermagnete 110 befindet sich das 5/3-Wegeventil in der nicht eingetragenen Mittelstellung (B). In der Mittelstellung (B) sind beide Druckkammern 107, 108 mit Rücklaufanschlüssen des 5/3-Wegeventils verbunden. In bestromtem Zustand (erste Betätigungsstellung A) des linken Steuermagneten 110 ist die erste Druckkammer 107 über eine erste Druckleitung 113 mit der Druckversorgungseinheit 114 und in bestromtem Zustand (zweite Betätigungsstellung C) des rechten Steuermagneten 110 ist die zweite Druckkammer 108 über eine zweite Druckleitung 115 mit der Druckversorgungseinheit 114 verbindbar. Das Schaltelement 109 ist an die Druckversorgungseinheit 114 angeschlossen. Die Ansteuerung der Steuermagneten 110 erfolgt hierbei über elektrische Steuersignale der Steuereinrichtung 116, wie dies in Fig. 15 aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 109 ersichtlich ist.

[0113] Wie in den Fig. weiters eingetragen, ist die Steuereinrichtung 116 über Signalleitungen 117, 118 mit Sensoren 119, 120 verbunden, sodass die von den Sensoren 119, 120 abgegebenen, elektrischen Steuersignale der Steuereinrichtung 116 zuführbar sind. Die Steuereinrichtung 116 kann auch durch die übergeordnete Steuerung gebildet sein. Die Sensoren 119, 120 sind dabei in den vom bewegbaren Bauteil anzufahrenden Endlagen oberhalb der vom Antrieb 100 definierten Bewegungsbahn ortsfest angeordnet. Diese Sensoren 119, 120 wirken mit Schaltfahnen 27a, b der oben beschriebenen Steuerleisten 25, 26 zusammen, die an den gegenüberliegenden Enden des bewegbaren Bauteils, daher dem Hubzylinder 101, befestigt sind. Die gezeigte Anordnung der Steuerleisten 25, 26 ist nur prinzipieller Art. Genauso gut könnten auch Schaltfahnen 27a, b verwendet werden, die durch einen prismatischen Block gebildet sind, oder werden Reed-Schalter eingesetzt, also Sensoren, mit denen die Endlagen des Bauteils ohne Schaltfahnen 27a, b überwacht wird. Wesentlich ist, dass über die in den Endlagen angeordneten Sensoren 119, 120 eine tatsächliche Bewegungszeit t_{Bist} des zwischen den Endlagen bewegten Bauteils exakt erfasst wird.

[0114] Fig. 15 zeigt das prinzipielle Zeitdiagramm für den Antrieb 100. Dabei sind die Signalfolgen S_{E1} und S_{E2} der beiden Sensoren 119, 120 sowie die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 109 über die Zeit von drei Bewegungsphasen des zwischen den Endlagen beweglichen Bauteils dargestellt. Nach dem gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht die erste und dritte Bewegungsphase einer Ausfahrbewegung - gemäß Pfeil 31 - des Hubzylinders 101 und die zweite Bewegungsphase einer Einfahrbewegung - gemäß Pfeil 31' - des Hubzylinders 101.

[0115] Zum Startzeitpunkt T_{Start} wird vorerst über eine übergeordnete Steuerung (nicht dargestellt) der elektronischen Steuereinrichtung 116 ein Startsignal übermittelt, wie in den Fig. 13 und 14 durch den Pfeil 50 angedeutet, und danach

von der Steuereinrichtung 116 an den linken Steuermagnet 110 ein erstes Steuersignal abgegeben, wodurch der Steuermagnet 110 bestromt und das Schaltelement 109 in die Betätigungsstellung (A) umgeschaltet und der bewegbare Bauteil - gemäß gezeigter Ausführung der Hubzylinder 101 - aus seiner Ausgangslage in Richtung des Pfeils 31 von rechts nach links verstellt wird. Befindet sich nun das Schaltelement 109 in der in Fig. 13 gezeigten Betätigungsstellung (A) ist die Druckleitung 113 geöffnet, sodass die Druckkammer 107 des Antriebs 100 mit der Druckversorgungseinheit 114 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt wird, während die Druckkammer 108 über die Druckleitung 115 mit einer Entlüftungsleitung 125 am Schaltelement 109 verbunden ist, sodass das in der Druckkammer 108 befindliche Druckmittel ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann.

[0116] Durch Aktivierung des Schaltelements 109 wird die erste Bewegungsphase eingeleitet, wie dies im Nachfolgenden näher beschrieben wird.

[0117] Mit Beginn der Bewegung des Bauteils aus seiner Ausgangslage bzw. rechten Endlage zum Startzeitpunkt T_{Start} wird die Steuerleiste 26 am ortsfesten Sensor 120 vorbeibewegt und in diesem der in Fig. 15 gezeigte Signalverlauf ausgelöst. Dieser Signalverlauf entspricht jenem in Fig. 8 und wird deshalb auf eine nochmalige Beschreibung an dieser Stelle verzichtet.

[0118] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird noch vor dem eigentlichen Bewegungsstart des Bauteils zum Startzeitpunkt T_{Start} von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung (nicht dargestellt) ein Sollwert für die Bewegungszeit t_{BSoll} des Bauteils zwischen den Endlagen jeder Bewegungsphase statisch vorgegeben oder dynamisch festgelegt. Der statisch vorgegebene Sollwert t_{BSoll} wird beispielsweise mathematisch oder empirisch ermittelt und in einem Speicher 129 der Steuereinrichtung 116 abgelegt. Andererseits kann der Sollwert t_{BSoll} auch dynamisch festgelegt werden. Mit anderen Worten, wird beispielsweise der Sollwert t_{BSoll} laufend an einen Maschinentakt einer mit dem Antrieb 100 zusammenwirkenden Maschinenanlage angepasst und in den Speicher 129 laufend eingelesen. Aus dem Sollwert für die Bewegungszeit t_{BSoll} wird von der Steuereinrichtung 116 ein theoretischer Startzeitpunkt T_{Start} (Bewegungsstart) festgelegt oder berechnet und ein theoretischer Endzeitpunkt T_{TE} (theoretisches Bewegungsende) berechnet.

[0119] Über die Sensoren 119, 120 wird nun in der ersten Bewegungsphase die tatsächliche Bewegungszeit der Stellbewegung des Bauteils zwischen den Endlagen als Istwert t_{Bist} erfasst. Der erfasste Istwert t_{Bist} wird der elektronischen Steuereinrichtung 116 zugeführt, worauf von einer diese aufweisenden Reglereinheit 127 zwischen der ermittelten Bewegungszeit t_{Bist} und der festgelegten Bewegungszeit t_{BSoll} ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt wird, wie aus Fig. 16 ersichtlich.

[0120] Wird eine Regelabweichung (e) aus der Differenz zwischen der für die erste Bewegungsphase vorgegebenen Soll-Bewegungszeit t_{BSoll} und der aus der ersten Bewegungsphase ermittelten Ist-Bewegungszeit t_{Bist} errechnet, so wird von einem Regler 128 nach einem Regelgesetz wenigstens eine Stellgröße zur Steuerung des Schaltelementes 109 gebildet. Die Stellgröße wird vorübergehend im Speicher 129 abgelegt. Die Reglereinheit 127 weist hierzu einen Rechnerbaustein 130, insbesondere einen Mikroprozessor, auf.

[0121] Wird die dritte Bewegungsphase gestartet, so wird die von der ersten Bewegungsphase berechnete Stellgröße aus dem Speicher 129 ausgelesen und entsprechend der Stellgröße wenigstens einer der zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} eingestellt, sodass die Regelabweichung (e) in der dritten Bewegungsphase korrigiert ist.

[0122] Der erste Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} entspricht dem von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung festgelegten Startzeitpunkt T_{Start} , in welchem das Schaltelement 109 von einem ersten Steuersignal der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung und Bestromen des linken Steuermagneten 110 von der Mittelstellung (Ruhestellung) in die Betätigungsstellung (A) aktiviert wird. In der Betätigungsstellung (A) wird die Druckkammer 107 mit Systemdruck beaufschlagt, sodass der Bauteil in Richtung auf die linke Endlagen bewegt wird. Mit der Einstellung wenigstens eines der Umschaltzeitpunkte T_{UZ1} , T_{UZ2} wird eine Steuerungsdauer t_{SD} eines Startimpulses verändert. Es erweist sich von Vorteil, wenn der erste Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} bezüglich der Zeitachse unverändert bleibt und die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses durch Änderung des zweiten Umschaltzeitpunktes T_{UZ2} eingestellt wird. Der Startimpuls ist durch die steigende Flanke im ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} und die fallende Flanke im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} vorgegeben. Die Druckkammer 107 ist über die Steuerungsdauer t_{SD} mit Systemdruck beaufschlagt, sodass der Bauteil aus dem Stillstand in der Ausgangslage bzw. rechten Endlage auf eine Sollgeschwindigkeit v_{Soll} beschleunigt und in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- auf seine linke Endlage zubewegt wird. Im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} wird von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung neuerlich an den linken Steuermagneten 110 ein zweites Steuersignal abgegeben, mit welchem der linke Steuermagnet 110 deaktiviert und das Schaltelement 109 aus der Betätigungsstellung (A) in die Mittelstellung (Ruhestellung) verstellt wird. In der Mittelstellung ist die Druckkammer 107 mit dem Rücklaufanschluss des Schaltelementes 109 verbunden und wird hierdurch die ursprünglich druckbeaufschlagte Druckkammer 107 entlüftet.

[0123] Auf den Startimpuls folgen innerhalb einer Zeitspanne t_{GB} mehrere Schaltimpulse kurzer Dauer t_{SCH} , durch welche das Schaltelement 109 von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung in um Impulspausen aufeinander folgenden Intervallen zwischen der Mittelstellung (B) und der Betätigungsstellung (A) betätigt wird. Mit

anderen Worten, wird das Schaltelement 109 über die Zeitspanne t_{GB} gepulst angesteuert und die Druckkammer 107 über die Dauer t_{SCH} eines jeden Schaltimpulses mit Systemdruck beaufschlagt. Die Impulspausen sind in der Fig. 15 als Zeitspannen t_p eingetragen, innerhalb welcher das Schaltelement 109 in der Mittelstellung (B) verharrt und die Druckkammer 107 über die Zeitspannen t_p einer jeden Impulspause drucklos ist und der Bauteil allein auf Grund seiner Massenträgheit antriebslos in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31 - weiterbewegt. Folgt auf die Impulspause ein Schaltimpuls wird die Druckkammer 107 über die Zeitspannen t_{SCH} mit Systemdruck beaufschlagt und der Bauteil wiederum über die Dauer t_{SCH} beschleunigt.

[0124] Wie in Fig. 15 eingetragen, wird innerhalb der Zeitspanne t_{GB} der gepulsten Betätigung des Schaltelementes 109, der linke Steuermagnet 110 von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung über Steuersignale zu den Umschaltzeitpunkten $T_{UZ3} \dots T_{UZn}$ mehrmals angesteuert. Im Umschaltzeitpunkt T_{UZ3} erhält der linke Steuermagnet 110 ein drittes Steuersignal, mit welchem das Schaltelement 109 von seiner ursprünglichen Mittelstellung (B) wieder in die Betätigungsstellung (A) betätigt und die Druckkammer 107 beaufschlagt wird. Im Umschaltzeitpunkt T_{UZn} erhält der linke Steuermagnet 110 innerhalb der Zeitspanne t_{GB} ein n-tes Steuersignal, mit welchem das Schaltelement 109 von seiner ursprünglichen Betätigungsstellung (A) wieder in die Mittelstellung (B) betätigt und die Druckkammer 107 entlüftet wird. Die Dauer der gepulsten Betätigung des Schaltelementes 109 ergibt sich aus der Zeitspanne t_{GB} zwischen dem zweiten Steuer- bzw. Schaltsignal im zweiten Umschaltzeitpunkt T_{UZ2} und dem Steuer- bzw. Schaltsignal zum n-ten Umschaltzeitpunkt T_{UZn} . Am Ende der Zeitspanne t_{GB} ist der theoretische Endzeitpunkt T_{TE} erreicht. Der Umschaltzeitpunkt T_{UZn} entspricht dem berechneten Endzeitpunkt T_{TE} , zu welchem der Bauteil seine Endlage erreicht haben soll.

[0125] Nach Fig. 15 wird allerdings in der ersten Bewegungsphase die linke Endlage nicht innerhalb der Soll-Bewegungszeit t_{BSoll} erreicht, sondern erst zu einem späteren, über den anzufahrenden Sensoren 119 ermittelten Endzeitpunkt T_{EE} (entspricht T_2), der nach dem theoretischen Endzeitpunkt T_{TE} liegt. Dieser Umstand kann bei veränderten Betriebs- und Umgebungsbedingungen, beispielsweise werden durch die zusätzliche Beladung des Antriebs die Reibungsverhältnisse verändert, eintreten. Basierend auf der Zeitdifferenz Δt zwischen theoretischem Endzeitpunkt T_{TE} und ermitteltem Endzeitpunkt T_{EE} , wird nun die Regelabweichung (e) berechnet und die wenigstens eine Stellgröße zur Einstellung wenigstens eines Umschaltzeitpunktes T_{UZ1} , T_{UZ2} bzw. die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses gebildet, die dem Schaltelement 109 in der dritten Bewegungsphase aufgeschaltet wird. Nachdem die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses geändert wird, wird von der elektronischen Reglereinheit 127, insbesondere dem Rechnerbaustein 130 der Steuereinrichtung 116 auch die Impulspause t_p zwischen zwei aufeinander folgenden Schaltimpulsen innerhalb der Zeitspanne t_{GB} berechnet. Diese Schaltimpulse folgen auf die Impulspausen, die durch die Zeitdifferenz zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Steuersignalen zu den Umschaltzeitpunkten T_{UZ2} , T_{UZ3} bis T_{UZn} festgelegt sind. Die Dauer t_{SCH} der dem Schaltelement 109 aufgeprägten Schaltimpulse wird abhängig vom Antriebstop vorzugsweise unveränderbar vorgegeben und ist im Speicher 129 abgelegt. Ebenso wird die Anzahl der Schaltimpulse innerhalb der Zeitspanne t_{GB} abhängig vom Antriebstop gewählt und im Speicher 129 abgelegt. Genauso gut ist es aber auch möglich, dass vor der Inbetriebnahme des Antriebs 100 über eine Eingabevorrichtung 131, insbesondere einen Rechner (PC), oder die übergeordnete Steuerung der Steuereinrichtung 116 die Dauer t_{SCH} und die Anzahl der Schaltimpulse vom Monteur eingegeben wird. In den Fig. 13 und 14 weist die Steuereinrichtung 116 die Eingabevorrichtung 131 auf.

[0126] In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Anzahl der Schaltimpulse durch das geplante Einsatzgebiet maßgeblich bestimmt ist. Muss beispielsweise eine möglichst schwingungsfreie Positionierung des Bauteils in der Endlage oder eine möglichst ruckfreie Verstellung des Bauteils zwischen den Endlagen sichergestellt werden, wird die Dauer t_{SCH} kleiner und/oder die Anzahl an Schaltimpulsen höher gewählt. Mit zunehmender Anzahl an Schaltimpulsen werden die Schwankungen der Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils minimiert. Ebenso muss die Dauer t_{SCH} und/oder die Anzahl an Schaltimpulsen an den Verstellweg des Bauteils angepasst werden. Hierzu kann die Reglereinheit 127 auch einen dynamischen Lernmodus (adaptive Regelung) zur Einstellung der Dauer t_{SCH} und/oder der Anzahl der Schaltimpulse aufweisen. Der Bauteil wird vorerst zwischen den Endlagen anhand von Grundeinstellungen für die Dauer t_{SCH} und/oder die Anzahl der Schaltimpulse geregelt verfahren und währenddessen die an diesem angeregten Schwingungen sensorisch erfasst. Überschreiten die Schwingungen einen Grenzwert, werden die Dauer t_{SCH} und/oder die Anzahl der Schaltimpulse automatisch adaptiert, bis die Schwingungen in einem zulässigen Bereich liegen und ein optimales Fahrverhalten des Bauteils erreicht ist. Auch im laufenden Betrieb kann eine automatische Adaption beibehalten werden, das heißt, Änderungen von Gleiteigenschaften, Massen, Alterungserscheinungen, Aufprallenergie in der Endlage und dgl. können laufend adaptiert werden, um durch Veränderung der Dauer t_{SCH} und/oder der Anzahl der Schaltimpulse kompensiert zu werden.

[0127] Somit kann vom Rechnerbaustein 130 der Reglereinheit 127 nach einem im Speicher 129 abgelegten und nachfolgend beschriebenen Rechenalgorithmus, die Zeitspanne t_p jeder Impulspause berechnet werden.

$$t_p [\text{ms}] = \frac{t_{\text{BSoll}} - t_{\text{SD}} - (\text{Anzahl der Schaltimpulse} \cdot t_{\text{SCH}})}{\text{Anzahl der Schaltimpulse}}$$

5

[0128] Unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe des Bauteils sind in Fig. 17 dargestellt. Liegt eine lange Steuerungsdauer t_{SD} vor, ergibt sich der in vollen Linien eingetragene Geschwindigkeitsverlauf, während sich für eine kurze Steuerungsdauer t_{SD} der in strichlierte Linien eingetragene Geschwindigkeitsverlauf ergibt. Wie daraus ersichtlich, erreicht der Bauteil in einer Zeitspanne über die Steuerungsdauer t_{SD} seine maximale Sollgeschwindigkeit v_{Soll} . Ab dem zweiten Umschaltzeitpunkte T_{UZ2} innerhalb der Zeitspanne t_{GB} , verliert der Bauteil zunehmend an Bewegungsgeschwindigkeit, sodass dieser mit gegenüber die maximale Sollgeschwindigkeit v_{Soll} verringerter Bewegungsgeschwindigkeit gegen die Endlage verfahren wird.

[0129] Der Geschwindigkeitsabfall Δv variiert abhängig von der Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses. Tritt eine hohe Regelabweichung (e) ein, daher ist die erfasste Bewegungszeit t_{Bist} höher als die festgelegte Bewegungszeit t_{BSoll} , wird auch die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses erhöht und dadurch der Bauteil in der ersten Zeitspanne auf eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit beschleunigt. Demnach wird mit zunehmender Erhöhung der Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses die Dauer t_p einer jeden Impulspause gleichmäßig verringert, also der Bauteil über kürzer Intervalle antriebslos bewegt, wie dies in festen Linien eingetragen ist. Wird hingegen die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses verringert, so wird die Dauer t_p einer jeden Impulspause gleichmäßig erhöht, also der Bauteil über längere Intervalle antriebslos bewegt, wie dies in strichlierte Linien eingetragen ist.

[0130] Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich die Erkenntnis zu nutze, dass die Umgebungsbedingungen, insbesondere die Reibung, oder Alterungserscheinungen während der antriebslosen Bewegung des Bauteils eine gezielte Abbremsung des Bauteils auf seinem Verstellweg, beispielsweise von der rechten Endlage in die Endlage bewirken, sodass der Bauteil sanft gegen die Endlage fährt.

[0131] Ist der Geschwindigkeitsabfall Δv zu hoch, steigt die Zeitdifferenz Δt an. Um eine unnötig hohe Anhebung der Zeitdifferenz Δt und somit der Bewegungszeit des Bauteil auf seiner Verstellbewegung zwischen den Endlagen zu verhindern, wird zum theoretischen Bewegungsende im Endzeitpunkt T_{TE} von einer Überwachungseinrichtung 132 der Steuereinrichtung 116 ein Überwachungssignal $S_{\text{Ü}}$ ausgelöst, mit welchem eine erste Zeitspanne vorgegeben wird. Ist diese Zeitspanne abgelaufen und befindet sich der Bauteil noch nicht in seiner geplanten Endlage, die vom Sensor 119 überwacht wird, wird von der Steuereinrichtung 116 dem Schaltelement 109 zu einem Umschaltzeitpunkt T_{UZA} ein Nachschaltsignal S_{NS} aufgeschaltet und die Druckkammer 107 über eine Zeitspanne t_A mit Systemdruck angesteuert, sodass der Bauteil in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- in Richtung auf seine Endlage bewegt, gegen diese ange-drückt sowie in dieser mit einer Haltekraft positioniert gehalten wird. Die Zeitspanne t_A resultiert aus der Zeitdifferenz zwischen dem Umschaltzeitpunkt T_{UZA} der ersten Bewegungsphase und dem ersten Umschaltzeitpunkt T_{UZ1} bzw. dem Startzeitpunkt T_{Start} der zweiten Bewegungsphase in gegenläufiger Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31'. Das Nachschaltsignal S_{NS} entspricht demnach einem Nachschaltimpuls. Befindet sich nun der Bauteil tatsächlich in seiner Endlage, wird über die Steuerkante 33a am in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensor 119 zum Zeitpunkt T_{EE} bzw. T_2 (nicht eingetragen) das Signal S_2 ausgelöst. Es sei hier auf die detaillierte Beschreibung zu Fig. 8 verwiesen, in welcher der Signalverlauf S_{E2} am Sensor 21 erläutert ist und auf diese Ausführung für den Sensor 119 übertragen werden kann. Weiters ist es möglich, dass von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung eine zweite Zeitspanne t_F aus der Zeitdifferenz zwischen dem ersten Messsignal S_1 und dem letzten Umschaltzeitpunkt T_{UZn} , daher wenn das Schaltelement 109 aus seiner Betätigungsstellung A in die Ruhestellung B umgestaltet wird, ausgewertet wird. Übersteigt die erste Zeitspanne die zweite Zeitspanne (t_F), so wird von der Überwachungseinrichtung 132 das Nachschaltsignal S_{NS} noch vor dem Ende der ersten Zeitspanne erzeugt und dem Schaltelement 109 aufgeschaltet, sodass der Bauteil frühzeitig in Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31- mit Systemdruck beaufschlagt wird. Dadurch kann die tatsächliche Bewegungszeit verkürzt werden, wenn die Soll-Bewegungszeit T_{BSoll} von der Ist-Bewegungszeit T_{Bist} abweicht.

[0132] Wie Fig. 15 in der dritten Bewegungsphase zeigt, wird die Regelabweichung (e) zwischen der Soll-Bewegungszeit T_{BSoll} und Ist-Bewegungszeit T_{Bist} ausgeregelt, indem die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses und die Zeitspannen t_p der Impulspausen so eingestellt werden, dass die Ist-Bewegungszeit T_{Bist} der Soll-Bewegungszeit T_{BSoll} entspricht und der Bauteil innerhalb der vorgegebenen Soll-Bewegungszeit T_{BSoll} die linke Endlage erreicht. Die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses wird verlängert und die Zeitspannen t_p verkürzt. Hat der Bauteil seine Endlage erreicht, wird am Sensor 119 ein Signal S_2 ausgelöst und dieses der Steuereinrichtung 116 zugeführt, worauf von dieser dem Schaltelement 109 zu einem Umschaltzeitpunkt T_{UZA} ein Nachschaltsignal S_{NS} aufgeschaltet und die Druckkammer 107 über eine Zeitspanne t_A mit Systemdruck angesteuert, sodass der Bauteil im wesentlichen nur noch gegen die Endlage angedrückt sowie in dieser mit einer Haltekraft positioniert gehalten wird. Da in der dritten Bewegungsphase keine Regelabweichung vorliegt, bleibt die Einstellung der Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses und der Zeitspannen t_p

der Impulspausen solange für alle nachfolgenden Bewegungsphasen in dieselbe Bewegungsrichtung erhalten, bis durch veränderte Reibungsverhältnisse wiederum eine Regelabweichung (e) berechnet wird.

[0133] Auch ist von Vorteil, wenn die Schaltimpulse über die Zeitspanne t_{GB} regelmäßig aufgeteilt sind und der letzte Schaltimpuls dem Schaltelement 109 erst kurz bevor der Bauteil seine Endlage erreicht, aufgeschaltet wird. Der Bauteil läuft gegen die Endlage auf, noch bevor er seine maximale Geschwindigkeit erreicht hat, wie in Fig. 17 in strichpunktierter Linie eingetragen. Somit entspricht die Geschwindigkeit, die dem Bauteil über den letzten Schaltimpuls zum Umschaltzeitpunkt T_{Uzn} aufgeprägt wird, nur einem Bruchteil der Geschwindigkeit, die dem Bauteil jeweils über die vorangegangenen Schaltimpulse zu den betreffenden Umschaltzeitpunkten aufgeprägt wird, sodass die Endlage besonders sanft angefahren wird. Zweckmäßiger Weise wird die Steuerungsdauer t_{SD} und die Zeitspanne t_{GB} bzw. die Zeitspanne t_P der Impulspausen so auf die Soll-Bewegungszeit aufgeteilt, dass der Umschaltzeitpunkt T_{Uzn} mit dem Umschaltzeitpunkt T_{UZA} zusammenfällt. Dadurch läuft der letzte Schaltimpuls unmittelbar auf den Nachschaltimpuls über und wird der Bauteil bereits über den letzten Schaltimpuls gegen die Endlage gefahren und gegen diesen mit einer Haltekraft ange-drückt, die durch Aufschalten des Nachschaltimpulses über die Zeitspanne t_A aufrecht erhalten wird, wie dies in der dritten Bewegungsphase eingetragen ist. Da der Bauteil zum theoretischen Endzeitpunkt T_{TE} die über den Sensor 119 überwachte Endlage erreicht hat, wird von der Steuereinrichtung 116 kein Überwachungssignal S_U ausgelöst. Das Nachschaltssignal S_{NS} wird nachdem der Bauteil die Endlage erreicht hat, durch Ansprechen des Sensors 119 ausgelöst und der Steuereinrichtung 116 zugeführt.

[0134] Es versteht sich, dass bei umgekehrter Bewegungsrichtung - gemäß Pfeil 31' - eine entsprechend umgekehrte Ansteuerung des Schaltelementes 109 erfolgt, wie in Fig. 15 für die zweite Bewegungsphase eingetragen, wobei die entsprechenden Messsignale S_1 , S_2 vom Sensor 120, das Bestätigungssignal S_B und Startsignal S_{Start} vom Sensor 119 ausgelöst werden. Das Schaltelement 109 erhält zum Zeitpunkt T_{Start} das erste Steuersignal für den Beginn der Bewegung des Bauteils von seiner linken Endlage in die rechte Endlage wiederum von der Steuereinrichtung 116 oder der übergeordneten Steuerung. Dabei wird von der übergeordneten Steuerung oder Steuereinrichtung 116 der rechte Steuermagnet 110 mit dem ersten Steuersignal angesteuert und in den unbestromten Zustand verbracht, sodass das Schaltelement 109 zum Startzeitpunkt T_{Start} der zweiten Bewegungsphase aus der Ruhestellung in die in Fig. 14 eingetragene Betätigungsstellung (C) geschaltet wird, in welcher die Druckkammer 108 mit der Druckversorgungseinheit 114 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt ist, während die Druckkammer 107 über die Druckleitung 113 mit einer Entlüftungsleitung 125 verbunden ist. Auch für diese Bewegungsrichtung, wird bei einer Regelabweichung (e) in der zweiten Bewegungsphase von der Steuereinrichtung 116 die Steuerungsdauer t_{SD} des Startimpulses und die Zeitspannen t_P der Impulspausen berechnet und in der vierten Bewegungsphase vorzugsweise der zweite Umschaltzeitpunkt T_{Uz2} des Schaltelementes 109 entsprechend eingestellt.

[0135] Natürlich besteht auch bei dieser Ausführung die Möglichkeit, dass die Druckkammern 107, 108 jeweils über ein Schaltelement 133, 134 angesteuert werden. Diese Schaltelemente 133, 134 sind vorzugsweise durch 3/2-Wegeventile gebildet. Eine solche Ausführung ist in Fig. 1 und 2 dargestellt und kann das erfindungsgemäße Steuerverfahren auch auf diese Ausführung übertragen werden. Die Steuerung der Schaltelemente 133, 134 erfolgt über die Steuereinrichtung 116, die ihrerseits über eine erste Steuerleitung 14 mit einem Steuermagneten des linken Schaltelementes 133 und über eine zweite Steuerleitung 15 mit einem Steuermagneten des rechten Schaltelementes 134 verbunden ist. Das dazugehörige Zeitdiagramm mit den Schaltstellungen S_{SCH1} , S_{SCH2} der Schaltelemente 133, 134 ist in Fig. 18 gezeigt.

[0136] Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die Steuereinrichtung geeignet ist, beide erfindungsgemäße Steuerverfahren zu verarbeiten. Hierzu sind im Speicher der Steuereinrichtung der Regel- und Rechenalgorithmus beider Fahrverhalten des Bauteils abgelegt. Nach dem ersten Fahrverhalten - entsprechend den Ausführungen nach den Fig. 1 bis 12b - soll der Bauteil möglichst rasch zwischen den Endlagen bewegt werden, wohingegen nach dem zweiten Fahrverhalten - entsprechend den Ausführungen nach den Fig. 13 bis 18 - der Bauteil mit gezielter Geschwindigkeit bewegt werden soll. Die Wahl des Fahrverhaltens kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

[0137] In einer ersten Ausführung wird über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung, insbesondere einen Rechner (PC), oder die übergeordnete Steuerung der Steuereinrichtung das entsprechende Fahrverhalten gewählt. Hierzu wird vor der Inbetriebnahme des Antriebs ein Anwenderprogramm geöffnet und an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung ausgegeben sowie über die Eingabevorrichtung vom Monteur das gewünschte Fahrverhalten für die Verstellbewegung des Bauteils in eine erste Bewegungsrichtung als auch in eine zu dieser gegenläufige Bewegungsrichtung ausgewählt. Mit der Wahl eines der Fahrverhalten wird von der Steuereinrichtung der zum entsprechenden Steuerverfahren zugeordnete Regel- und Rechenalgorithmus aktiviert und die Steuerung des Antriebs in der oben beschriebenen Weise vorgenommen. Beispielsweise kann für die erste Bewegungsrichtung das erste Fahrverhalten und für die andere Bewegungsrichtung das zweite Fahrverhalten oder für beide Bewegungsrichtungen entweder das erste oder zweite Fahrverhalten gewählt werden.

[0138] In einer zweiten Ausführung wird das Fahrverhalten des Bauteils dynamisch festgelegt. Beispielsweise wird anhand einer geforderten Taktzeit eines aus mehreren Antrieben zusammengesetzten Handhabungssystems oder einer mit dem Antrieb zusammenwirkenden Maschinenanlage das jeweils günstige Fahrverhalten von der Steuereinrichtung oder der übergeordneten Steuerung vorgegeben. Zweckmäßig wird die geforderte Taktzeit von der übergeordneten,

zentralen Steuerung der dezentralen Steuereinrichtung mitgeteilt, die ihrerseits die Wahl des Fahrverhaltens basierend auf die Information der zur Verfügung stehenden Bewegungszeit vornimmt. So kann ein aktueller Arbeitsprozess eine besonders niedrige Taktzeit erforderlich machen, sodass die Antriebe des Handhabungssystems für beide Bewegungsrichtungen nach dem ersten Fahrverhalten angesteuert werden. Ist die Taktzeit weniger kritisch, sondern müssen bestimmte andere Parameter am Handhabungssystem eingehalten werden, beispielsweise muss eine schwingungsfreie Positionierung der Antriebe erfolgen, wird zumindest einer der Antriebe nach dem zweiten Fahrverhalten angesteuert.

[0139] Es sei auch noch darauf hingewiesen, dass der bewegliche Bauteil auch nur mit einer Steuerleiste versehen sein kann, die mit einem in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensor zusammenwirkt. Eine solche Ausführung wird in jenen Fällen verwirklicht, bei denen der Bauteil nur gegen eine der Endlagen sanft positioniert werden muss.

[0140] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Antriebs 1; 1'; 1"; 100 und des Verfahrens, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mitumfasst.

[0141] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus vom Antrieb 1; 1'; 1"; 100, dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden. Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1 bis 12; 13 bis 18 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

Bezugszeichenaufstellung

[0142]

- 1 Antrieb
- 1' Antrieb
- 1" Antrieb
- 2 Hubzylinder
- 3 Stirnwand
- 4 Stirnwand
- 5 Stellkolben
- 6 Kolbenstange
- 7 Festlager
- 8 Druckkammer
- 9 Druckkammer
- 10 Schaltelement
- 11 Schaltelement
- 12 Steuermagnet
- 13 Steuereinrichtung
- 14 Steuerleitung
- 15 Steuerleitung
- 16 Druckleitung
- 17 Druckleitung
- 18 Druckversorgungseinheit
- 19 Signalleitung
- 20 Signalleitung
- 21 Sensor
- 22 Sensor
- 25 Steuerleiste
- 26 Steuerleiste
- 27a Schaltfahne

	27b	Schaltfahne
	28a	Vertiefungsnut
	28b	Vertiefungsnut
5	29a	Endlagenabschnitt
	29b	Endlagenabschnitt
	30a	Bohrung
	30b	Bohrung
10	31	Bewegungsrichtung
	31'	Bewegungsrichtung
	32a	Steuerkante
	32b	Steuerkante
	33a	Steuerkante
15	33b	Steuerkante
	34a	Steuerkante
	34b	Steuerkante
	36	Schaltelement
20	37	Steuermagnet
	40'	Stellantrieb
	40"	Stellantrieb
	41'	Führungsvorrichtung
25	41"	Führungsvorrichtung
	42'	Führungsschlitten
	42"	Führungsschlitten
	43'	Rahmen
	43"	Rahmen
30		
	44'	Festanschlag
	44"	Festanschlag
	45'	Stoßdämpfer
	45"	Stoßdämpfer
35		
	46'	Befestigungsvorrichtung
	47'	Befestigungsvorrichtung
	48	Handhabungssystem
	50	Pfeil
40	51	Entlüftungsleitung
	52	Pfeil
	53	Ausgabevorrichtung
	54	Speicher
45	55	Reglereinheit
	56	Rechnerbaustein
	70	Block
	71	Block
50	72	Überwachungseinrichtung
	73	Verfahrensschritt
	74	Block
	75	Verfahrensschritt
55	76	Vergleichsglied
	77	Regler
	78	Verfahrensschritt
	79	Vergleichsglied

80	Regler
81	Verfahrensschritt
82	Verfahrensschritt
5 83	Block
100	Antrieb
101	Hubzylinder
102	Stirnwand
10 103	Stirnwand
104	Stellkolben
105	Kolbenstange
106	Festlager
15 107	Druckkammer
108	Druckkammer
109	Schaltelement
110	Steuermagnet
20 111	Steuerleitung
112	Steuerleitung
113	Druckleitung
114	Druckversorgungseinheit
115	Druckleitung
25 116	Steuereinrichtung
117	Signalleitung
118	Signalleitung
119	Sensor
30 120	Sensor
125	Entlüftungsleitung
127	Reglereinheit
128	Regler
35 129	Speicher
130	Rechnerbaustein
131	Ein- und/oder Ausgabevorrichtung
132	Überwachungseinrichtung
40 133	Schaltelement
134	Schaltelement

Patentansprüche

- 45
1. Verfahren zur Steuerung eines fluidisch betätigten Antriebs (1; 1'; 1'') mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, wovon ein Bauteil über zumindest ein Schaltelement (10, 11; 36) in eine erste Bewegungsrichtung (31) und in eine der ersten Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzte, zweite Bewegungsrichtung (31') zwischen Endlagen und gegen zumindest eine der Endlagen abgebremst bewegt wird, wobei einer Steuereinrichtung (13) jeweils von einem über eine Schaltfahne (27a, b) elektronisch schaltbaren und in der Endlage angeordneten Sensor (21, 22) Steuerungssignale für die zeitliche Steuerung der Bewegungsphase des Bauteils zum sanften Anfahren der Endlage zugeführt werden und von der Steuereinrichtung (13) das Schaltelement (10, 11; 36) anhand der Steuerungssignale betätigt wird und Druckkammern (8, 9) des Antriebs (1; 1'; 1'') gegenläufig angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer ersten Bewegungsphase des Bauteils kurz vor Erreichen der anzufahrenden Endlage über die Schaltfahne-Sensor-Anordnung zu einem Zeitpunkt (T_1) ein erstes Messsignal (S_1) und zu einem späteren Zeitpunkt (T_2) ein zweites Messsignal (S_2) erfasst wird und danach von der Steuereinrichtung (13) zumindest eine Zeitspanne (t_{1st}) aus der Zeitdifferenz zwischen den Messsignalen (S_1 , S_2) ermittelt und von einer Reglereinheit (55) der Steuereinrichtung (13) zum sanften Anfahren der Endlage aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspan-
- 50
- 55

ne ($t_{1\text{Soll}}$) und der ermittelten Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) zumindest eine Stellgröße für wenigstens einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnet wird und dass dieser Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) entsprechend der Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) eine Zeitspanne (t_{GD}) aus der Zeitdifferenz zwischen Steuersignalen in den Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnet oder vorgegeben wird und dass eine durch die Zeitspanne (t_{GD}) festgelegte Bremsphase im ersten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1}) des Schaltelementes (10, 11; 36) eingeleitet und im zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) beendet wird, wobei zum ersten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1}) des Schaltelementes (10, 11; 36) in der während der Bewegung des Bauteils ursprünglich drucklosen Druckkammer (8, 9) ein der Bewegungsrichtung (31, 31') des Bauteils entgegengesetzter Systemdruck aufgebaut und in der während der Bewegung des Bauteils ursprünglich druckbeaufschlagten Druckkammer (8, 9) der in Bewegungsrichtung (31, 31') des Bauteils wirkende Systemdruck abgebaut wird und zum zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1}) des Schaltelementes (10, 11; 36) in der während der Zeitspanne (t_{GD}) druckbeaufschlagten Druckkammer (8, 9) ein der Bewegungsrichtung (31, 31') des Bauteils entgegengesetzter Systemdruck abgebaut und in der während der Zeitspanne (t_{GD}) drucklosen Druckkammer (8, 9) der in die ursprüngliche Bewegungsrichtung (31, 31') des Bauteils wirkende Systemdruck aufgebaut wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) in der ersten Bewegungsphase des Bauteils eine weitere Zeitspanne ($t_{3\text{Ist}}$) aus der Zeitdifferenz zwischen dem ersten Messsignal (S_1) und einem Steuersignal für das Schaltelement (10, 11; 36) im zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) ermittelt wird und danach von der Reglereinheit (55) der Steuereinrichtung (13) zum sanften Anfahren der Endlage aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne ($t_{3\text{Soll}}$) und der ermittelten Zeitspanne ($t_{3\text{Ist}}$) Stellgrößen jeweils für einen ersten und zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnet werden und dass diese Umschaltzeitpunkte (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) entsprechend der Stellgrößen in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') eingestellt werden, sofern die ermittelte Zeitspanne ($t_{3\text{Ist}}$) von der festgelegten Zeitspanne ($t_{3\text{Soll}}$) abweicht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) in der ersten Bewegungsphase des Bauteils eine Zeitspanne (t_{GD}) aus der Zeitdifferenz zwischen Steuersignalen in den Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) festgelegt wird und dass der erste und zweite Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) in einem der Zeitspanne (t_{GD}) entsprechenden, konstanten Zeitabstand gegenüber das erste Messsignal (S_1) auf der Zeitachse verschoben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) eine Zeitspanne (t_{GD}) aus der Zeitdifferenz zwischen Steuersignalen in den Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnet und verändert wird und hierzu von der Reglereinheit (55) der zeitlich betrachtet, erste Umschaltzeitpunkt (T_{UZ1}) des Schaltelementes (10, 11; 36) entsprechend der berechneten Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') eingestellt und der zeitlich betrachtet, zweite Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) festgelegt wird, sofern die ermittelte Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) von der festgelegten Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) abweicht.

6. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) zum zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) ein Nachschaltsignal (S_{NS}) erzeugt und dem Schaltelement (10, 11; 36) aufgeschaltet sowie von diesem die Druckkammer (8, 9) über eine Zeitspanne (t_{SCH2}) mit Systemdruck angesteuert wird, sodass der Bauteil bis zum sicheren Erreichen seiner Endlage in Bewegungsrichtung (31, 31') mit Systemdruck beaufschlagt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) an das Schaltelement (10, 11; 36) zum Vorsteuerzeitpunkt (T_{VS}) ein Vorsteuersignal (S_{VS}) abgegeben wird, durch welches über das Schaltelement (10, 11; 36) noch vor dem Bewegungsstart des Bauteils in der weiteren Bewegungsphase in eine der Bewegungsrichtung (31) der ersten Bewegungsphase gegenläufige Bewegungsrichtung (31') die mit Systemdruck beaufschlagte Druckkammer entlüftet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) zum Zeitpunkt (T_2)

eine Zeitspanne (t_4) für die Verweildauer des Bauteils in seiner Endlage vorgegeben und mit dem Ende der Zeitspanne (t_4) ein Freigabesignal erzeugt wird, mit welchem oder zu einem von der Steuereinrichtung (13) oder einer übergeordneten Steuerung festgelegten, späteren Startzeitpunkt (T_{Start}) das Schaltelement (10, 11; 36) zum Bewegungsstart des Bauteils in der weiteren, in eine der Bewegungsrichtung (31) der ersten Bewegungsphase gegenläufige Bewegungsrichtung (31') umgesteuert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) in der ersten Bewegungsphase des Bauteils eine Zeitspanne (t_5) aus der Zeitdifferenz zwischen einem von der Steuereinrichtung (13) oder einer übergeordneten Steuerung an das den Bauteil ansteuernde Schaltelement (10, 11; 36) abgegebenen Steuersignal zum Startzeitpunkt (T_{Start}) und einem nach dem Bewegungsstart des Bauteils in der Bewegungsphase ausgelösten, über einen in der bewegungsstartseitigen Endlage angeordneten Sensor (21, 22) erfassten Startsignal (S_{Start}) zum Zeitpunkt (T_0) berechnet wird und dass der Startzeitpunkt (T_{Start}), in welchem das Steuersignal ausgelöst und an das Schaltelement (10, 11; 36) abgegeben wird, entsprechend der berechneten Zeitspanne (t_5) in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') eingestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (13) einen Zeitpunkt (T_R) unter Berücksichtigung der Systemeigenschaften von mit dem Antrieb (1; 1') wirkverbundenen, weiteren Antrieb (1'') berechnet, zu welchem ein Rückmeldesignal ($S_{\text{Rück}}$) ausgelöst und durch welches der weitere Antrieb (1'') vor, zeitgleich oder nach dem Erreichen der Endlage des Bauteils vom ersten Antrieb (1; 1') angesteuert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einer Überwachungseinrichtung (72) der Steuereinrichtung (13) ein Signalverlauf der Sensoren (21, 22) während der Bewegungsphase des Bauteils zwischen seinen Endlagen ausgewertet und dabei die Anzahl der Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel überwacht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) eine Grenzanzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel festgelegt und in der ersten Bewegungsphase des Bauteils ein Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) und der ermittelten Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) durchgeführt wird, sofern die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel die festgelegte Grenzanzahl an Zustandswechsel übersteigt und dass von der Reglereinheit (55) zum sanften Anfahren der Endlage aus dem Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) und der ermittelten Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) eine Stellgröße für wenigstens einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnet und danach eine Zeitspanne (t_{GD}) für die Kraftbeaufschlagung auf den Bauteil in zu seiner Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzter Bewegungsrichtung (31') entsprechend der Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') vergrößert wird, sofern die ermittelte Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) die festgelegte Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) unterschreitet.
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) eine Grenzanzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel festgelegt und in der ersten Bewegungsphase des Bauteils ein Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) und der ermittelten Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) durchgeführt wird, sofern die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel die festgelegte Grenzanzahl an Zustandswechsel übersteigt und dass von der Steuereinrichtung (13) zum sicheren Anfahren der Endlage eine Zeitspanne (t_{GD}) für die Kraftbeaufschlagung auf den Bauteil in zu seiner Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzter Bewegungsrichtung (31') entsprechend einem Gewichtungsfaktor in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') reduziert wird, sofern die ermittelte Zeitspanne ($t_{1\text{Ist}}$) die festgelegte Zeitspanne ($t_{1\text{Soll}}$) übersteigt.
14. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel und eine festgelegte Mindestanzahl an Zustandswechsel eines Signalpegels zwischen einem High-Pegel und Low-Pegel verglichen und ausgewertet wird und eine Fehlermeldung an einer Ausgabevorrichtung (53) der Steuereinrichtung (13) oder einer übergeordneten Steuerung ausgegeben wird, sofern die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel die festgelegte Mindestanzahl an Zustandswechsel unterschreitet.
15. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (13) die Zeitspanne (t_{GD}) für die gegenläufige Ansteuerung der Druckkammern (8, 9) überwacht und eine Fehlermeldung an einer Ausgabevorrichtung (53) der Steuereinrichtung (13) oder einer übergeordneten Steuerung ausgegeben wird, sofern die ermittelte Anzahl an Zustandswechsel die festgelegte Mindestanzahl an Zustandswechsel unterschreitet.

vorrichtung (53) der Steuereinrichtung (13) oder einer übergeordneten Steuerung ausgegeben wird, sofern eine von der Steuereinrichtung (13) festgelegte, zeitliche Obergrenze für die Zeitspanne (t_{GD}) überschritten wird.

- 5 16. Fluidisch betätigter Antrieb (1; 1'; 1'') zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, wovon ein Bauteil über zumindest ein Schaltelement (10, 11; 36) in eine erste Bewegungsrichtung (31) und in eine der ersten Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzte, zweite Bewegungsrichtung (31') zwischen Endlagen und gegen zumindest eine der Endlagen abgebremst bewegbar ist, wobei einer elektronischen Steuereinrichtung (13) jeweils von einem über eine Schaltfahne (27a, b) elektronisch schaltbaren und in der Endlage angeordneten Sensor (21, 22) Steuersignale für die zeitliche Steuerung der Bewegungsphase des Bauteils zum sanften Anfahren der Endlage zuführbar sind und von der Steuereinrichtung (13) das Schaltelement (10, 11; 36) anhand der Steuersignale betätigbar ist und Druckkammern (8, 9) des Antriebs (1; 1'; 1'') gegenläufig ansteuerbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Bauteil an dessen in Bewegungsrichtung (31, 31') gegenüberliegenden Enden mit einer Steuerleiste (25, 26) versehen ist, wobei die Steuerleiste (25, 26) die Schaltfahne (27a, b) ausbildet und in Bewegungsrichtung (31, 31') des Bauteils hintereinander versetzt zumindest zwei Steuerkanten (32a, b, 33a, b) umfasst, dergestalt, dass in der Bewegungsphase des Bauteils von der ersten Steuerkante (32a, b) im Wirkungsbereich des in der anzufahrenden Endlage angeordneten Sensors (21, 22) zu einem Zeitpunkt (T_1) ein erstes Messsignal (S_1) und von der zweiten Steuerkante (33a, b) im Wirkungsbereich desselben Sensors (21, 22) zu einem späteren Zeitpunkt (T_2) ein zweites Messsignal (S_2) auslösbar sind, und dass die Steuereinrichtung (13) zum sanften Anfahren der Endlage eine aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen einer festgelegten Zeitspanne (t_{Soll}) und einer ermittelten Zeitspanne (t_{Ist}) zumindest eine Stellgröße für wenigstens einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (10, 11; 36) berechnende Reglereinheit (55) aufweist und das Schaltelement (10, 11; 36) zur Einstellung wenigstens eines Umschaltzeitpunktes (T_{UZ1} , T_{UZ2}) entsprechend der Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') vorgesehen ist.
17. Antrieb nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (13) zusätzlich eine Überwachungseinrichtung (72) zur Auswertung eines Signalverlaufs der Sensoren (21, 22) während der Bewegung des Bauteils zwischen seinen Endlagen oder einer Zeitspanne (t_{GD}) für die Dauer des Gegensteuerns der Druckkammern (8, 9) aufweist.
18. Antrieb nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (13) zusätzlich eine Ausgabevorrichtung (53) zur Auswertung des Signalverlaufs der Sensoren (21, 22) oder Ausgabe einer Fehlermeldung aufweist.
19. Antrieb nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerleiste (25, 26) eine quer zur Bewegungsrichtung (31, 31') über einen Teil ihrer Stärke ausgebildete Vertiefungsnut (28a, b) aufweist, über welche die Schaltfahne (27a, b) und ein Endlagenabschnitt (29a, b) voneinander getrennt sind, wobei eine Breite (B) der Vertiefungsnut (28a, b) mindestens zwischen 1 mm und 5 mm, insbesondere zwischen 2 mm und 4 mm, beispielsweise 3 mm und ein Längsabstand (A) zwischen den Steuerkanten (32a, b, 33a, b) maximal zwischen 4 mm und 15 mm, insbesondere zwischen 5 mm und 12 mm, beispielsweise 9 mm beträgt.
20. Antrieb nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (13) und/oder das wenigstens eine Schaltelement (10, 11; 36) auf einen der Bauteile aufgebaut oder in einem der Bauteile integriert angeordnet ist.
21. Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Endlagen durch Veränderung der Position eines Festanschlags (3, 4; 44'; 44'') und/oder Stoßdämpfers (45'; 45'') und/oder einer Steuerleiste (25, 26) und eines dieser zugeordneten Sensoren (21, 22) einstellbar ist.
22. Verfahren zur Steuerung eines fluidisch betätigten Antriebs (100) mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, wovon ein Bauteil über zumindest ein Schaltelement (109; 133, 134) in eine erste Bewegungsrichtung (31) und in eine der ersten Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzte, zweite Bewegungsrichtung (31') zwischen Endlagen, geregelt bewegt wird, wobei einer Steuereinrichtung (116) von in den Endlagen angeordneten Sensoren (119, 120) elektrische Steuersignale für die zeitliche Steuerung der Bewegungsphase des Bauteils zum sanften Anfahren der Endlage zugeführt werden und von der Steuereinrichtung (116) das Schaltelement (109; 133, 134) anhand der Steuersignale betätigt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Steuereinrichtung (116) oder eine übergeordnete Steuerung ein Sollwert der Bewegungszeit (t_{BSoll}) für die Bewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage festgelegt und die Sensoren (119, 120) auf der Verstellbewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage ein Istwert der Bewegungszeit (t_{BIst}) erfasst wird und dass von einer Reglereinheit

(127) der Steuereinrichtung (116) zum sanften Anfahren der Endlage aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) und der ermittelten Bewegungszeit (t_{Bist}) eine Stellgröße für wenigstens einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (109; 133, 134) berechnet wird und dass eine durch die Umschaltzeitpunkte (T_{UZ1} , T_{UZ2}) vorgegebene Steuerungsdauer (t_{SD}) durch Änderung des Umschaltzeitpunktes (T_{UZ1} , T_{UZ2}) entsprechend der Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') eingestellt wird, wobei vorerst innerhalb der eingestellten Steuerungsdauer (t_{SD}) der Bauteil auf eine Sollgeschwindigkeit beschleunigt und danach das Schaltelement (109; 133, 134) beginnend vom zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) über eine Zeitspanne (t_{GB}) bis zu einem durch die festgelegte Bewegungszeit (t_{BSoll}) vorgegebenen, theoretischen Endzeitpunkt (T_{TE}) gepulst betätigt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltelement (109; 133, 134) über die Steuereinrichtung (116) oder die übergeordnete Steuerung innerhalb der Zeitspanne (t_{GB}) durch mehrere zeitlich aufeinander folgende Schaltimpulse kurzer Dauer (t_{SCH}) geschaltet wird, durch welche eine den Bauteil ansteuernde Druckkammer (107, 108) des Antriebs (100) in um Impulspausen aufeinander folgenden Intervallen mit Systemdruck beaufschlagt wird, sodass der Bauteil beginnend vom zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) in Bewegungsrichtung (31, 31') mit gegenüber die Sollgeschwindigkeit abnehmender Bewegungsgeschwindigkeit in die anzufahrende Endlage bewegt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (116) oder der übergeordneten Steuerung eine Zeitspanne (t_p) der Impulspausen berechnet wird, innerhalb welcher der Bauteil auf Grund seiner Massenträgheit antriebslos in Bewegungsrichtung (31, 31') in Richtung auf die anzufahrende Endlage bewegt wird.

25. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Steuereinrichtung (116) oder die übergeordnete Steuerung die Anzahl und/oder die Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse fest vorgegeben wird.

26. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (116) oder der übergeordneten Steuerung die Anzahl und/oder die Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse in einem dynamischen Lernmodus laufend ermittelt wird, in welchem vorerst der Bauteil geregelt in die Endlage gefahren und dabei ein Bewegungszustand, wie der Geschwindigkeitsverlauf, die am Antrieb angeregten Schwingungen oder die mechanische Belastung auf den Antrieb infolge der Stoßbelastung bei auf die Endlage auftreffendem Bauteil, erfasst wird und danach durch laufende Änderung der Anzahl und/oder der Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse ein optimaler Bewegungszustand am Antrieb (100) eingestellt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinrichtung (116) mit Eintreffen des Bauteils in seiner anzufahrenden Endlage innerhalb der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) zum Zeitpunkt (T_2 bzw. T_{EE}) ein Nachschaltsignal (S_{NS}) erzeugt und dem Schaltelement (109; 133, 134) aufgeschaltet sowie von diesem die Druckkammer (107, 108) über eine Zeitspanne (t_A) mit Systemdruck angesteuert wird, sodass der Bauteil in Bewegungsrichtung (31, 31') mit Systemdruck beaufschlagt und mit einer Haltekraft in der Endlage gehalten wird.

28. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einer Überwachungseinrichtung (132) der Steuereinrichtung (116) bei einer Regelabweichung (e) zwischen der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) und ermittelten Bewegungszeit (t_{Bist}), zum theoretischen Endzeitpunkt (T_{TE}) der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) ein Überwachungssignal (S_U) ausgelöst wird, mit welchem eine erste Zeitspanne vorgegeben wird, und mit Ende dieser Zeitspanne ein Nachschaltsignal (S_{NS}) erzeugt und dem Schaltelement (109; 133, 134) aufgeschaltet sowie von diesem die Druckkammer (107, 108) über eine Zeitspanne (t_A) mit Systemdruck angesteuert wird, sodass der Bauteil bis zum sicheren Erreichen seiner Endlage in Bewegungsrichtung (31, 31') mit Systemdruck beaufschlagt und mit einer Haltekraft in der Endlage gehalten wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Bewegungsphase des Bauteils kurz vor Erreichen der anzufahrenden Endlage über eine Schaltfahne (27a, b) am Sensor (119, 120) zu einem Zeitpunkt (T_1) ein erstes Messsignal (S_1) und zu einem späteren Zeitpunkt (T_2) ein zweites Messsignal (S_2) erfasst wird und dass eine zweite Zeitspanne (t_F) aus der Zeitdifferenz zwischen dem ersten Messsignal (S_1) und einem zum Umschaltzeitpunkt (T_{UZn}) ausgelösten Steuersignal des letzten Schaltimpulses ermittelt wird und von der Überwachungseinrichtung (132) das Nachschaltsignal (S_{NS}) noch vor dem Ende der ersten Zeitspanne erzeugt und dem Schaltelement (109; 133, 134) aufgeschaltet wird, sofern die erste Zeitspanne die zweite Zeitspanne (t_F) übersteigt, sodass der Bauteil frühzeitig in Bewegungsrichtung (31, 31') mit Systemdruck beaufschlagt wird.

30. Fluidisch betätigter Antrieb (100) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 22 bis 29, mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, wovon ein Bauteil über zumindest ein Schaltelement (109; 133, 134) in eine erste Bewegungsrichtung (31) und in eine der ersten Bewegungsrichtung (31) entgegengesetzte, zweite Bewegungsrichtung (31') zwischen Endlagen bewegbar ist, wobei einer elektronischen Steuereinrichtung (116) von in den Endlagen angeordneten Sensor (119, 120) Steuersignale für die zeitliche Steuerung der Bewegungsphase des Bauteils zum sanften Anfahren der Endlage zuführbar sind und von der Steuereinrichtung (116) das Schaltelement (109; 133, 134) anhand der Steuersignale betätigbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Steuereinrichtung (116) ein Sollwert der Bewegungszeit (t_{BSoll}) für die Bewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage festlegbar und die Sensoren (119, 120) auf der Verstellbewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage ein Istwert der Bewegungszeit (t_{Bist}) erfassbar ist und dass die Steuereinrichtung (116) zum sanften Anfahren der Endlage eine aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) und der ermittelten Bewegungszeit (t_{Bist}) eine Stellgröße für wenigstens einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1} , T_{UZ2}) des Schaltelementes (109; 133, 134) berechnende Reglereinheit (127) aufweist und das Schaltelement (109; 133, 134) zur Einstellung einer durch die Umschaltzeitpunkte (T_{UZ1} , T_{UZ2}) vorgegebenen Steuerungsdauer (t_{SD}) durch Änderung des Umschaltzeitpunktes (T_{UZ1} , T_{UZ2}) entsprechend der Stellgröße in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung (31, 31') vorgesehen ist und dass der Bauteil durch geregelte Steuerung des Schaltelementes (109; 133, 134) vorerst innerhalb der eingestellten Steuerungsdauer (t_{SD}) auf eine Sollgeschwindigkeit beschleunigt wird und danach das Schaltelement (109; 133, 134) beginnend vom zweiten Umschaltzeitpunkt (T_{UZ2}) über eine Zeitspanne (t_{GB}) bis zu einem durch die festgelegte Bewegungszeit (t_{BSoll}) vorgegebenen, theoretischen Endzeitpunkt (T_{TE}) durch die Steuereinrichtung (116) gepulst betätigbar ist.
31. Antrieb nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (116) zusätzlich eine Überwachungseinrichtung (132) zur Erzeugung eines Überwachungssignals (S_U) und Auswertung einer ersten und zweiten Zeitspanne (t_F) aufweist.
32. Antrieb nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (116) zusätzlich eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (131) zur Einstellung der Anzahl und/oder der Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse oder Ausgabe einer Fehlermeldung aufweist.

Claims

1. Method of controlling a fluid-operated drive (1; 1'; 1'') with components which can be moved relative to one another, one of which components is moved via at least one switch element (10, 11; 36) in a first direction of movement (31) and in a second direction of movement (31') opposite the first direction of movement (31) between end positions and is decelerated as it is moved into at least one of the end positions, and control signals for timing the motion phase of the component which can be electronically switched via a switch flag (27a, b) are forwarded to a control system (13) respectively from a sensor (21, 22) disposed in the end position to ensure a smooth movement into the end position, and the switch element (10, 11; 36) is operated by the control system (13) on the basis of the control signals, and pressure chambers (8, 9) of the drive (1; 1'; 1'') can be activated in opposing directions, **characterised in that** a first measurement signal (S_1) is detected by the switch flag-sensor arrangement during a first motion phase of the component shortly before the end position is reached at an instant (T_1) and a second measurement signal (S_2) is detected at a later instant (T_2), after which at least one period ($t_{1actual}$) is calculated by the control system (13) from the time difference between the measurement signals (S_1 , S_2), and a controller unit (55) of the control system (13) calculates at least one manipulated variable for at least one of two consecutive switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) by running a desired-actual comparison between a set period ($t_{1desired}$) and the detected period ($t_{1actual}$) to ensure a smooth movement into the end position, and this switching instant (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) is set on the basis of the manipulated variable in the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase.
2. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a period (t_{GD}) is calculated by the control system (13) from the time difference between control signals at the switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) or is pre-set, and a deceleration phase set on the basis of the period (t_{GD}) is initiated at the first switching instant (T_{UZ1}) of the switch element (10, 11; 36) and is terminated at the second switching instant (T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36), and a system pressure in the direction opposite the direction of movement (31, 31') of the component is increased in the pressure chamber (8, 9) originally without pressure during the movement of the component, and the system pressure acting in the direction of movement (31, 31') of the component is decreased

in the pressure chamber (8, 9) which was originally pressurised during the movement of the component, and at the second switching instant (T_{UZ1}) of the switch element (10, 11; 36), a system pressure in the direction opposite the direction of movement (31, 31') of the component is decreased in the pressure chamber (8, 9) which was pressurised during the period (t_{GD}) and the system pressure acting in the original direction of movement (31, 31') of the component is increased in the pressure chamber (8, 9) which was without pressure during the period (t_{GD}).

3. Method as claimed in claim 1, **characterised in that**, during the first motion phase of the component, another period ($t_{3actual}$) is determined by the control system (13) from the time difference between the first measurement signal (S_1) and a control signal for the switch element (10, 11; 36) at the second switching instant (T_{UZ2}), after which manipulated variables to ensure a smooth movement towards the end position are calculated by the controller unit (55) of the control system (13) from a desired-actual comparison between a set period ($t_{3desired}$) and the determined period ($t_{3actual}$) for a first and second switching instant (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) respectively, and these switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) are set on the basis of the manipulated variables during the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase if the determined period ($t_{3actual}$) deviates from the set period ($t_{3desired}$).
4. Method as claimed in claim 3, **characterised in that** a period (t_{GD}) based on the time difference between control signals at the switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) is set by the control system (13) during the first motion phase of the component, and the first and second switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) are shifted from the first measurement signal (S_1) on the time axis by a constant time interval corresponding to the period (t_{GD}).
5. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a period (t_{GD}) is calculated from the time difference between control signals at the switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) by the control system (13) and changed, and to this end, the first switching instant (T_{UZ1}) of the switch element (10, 11; 36) in terms of timing is set by the controller unit (55) in the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first phase motion, and the second switching instant (T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) in terms of timing is set on the basis of the calculated manipulated variable if the determined period ($t_{1actual}$) deviates from the set period ($t_{1desired}$).
6. Method as claimed in claim 2, **characterised in that** a re-set signal (S_{NS}) is generated by the control system (13) at the second switching instant (T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) and the switch element (10, 11; 36) is switched on, and the latter applies system pressure to the pressure chambers (8, 9) for a period (t_{SCH2}) so that system pressure is applied to the component in the direction of movement (31, 31') until it has safely reached its end position.
7. Method as claimed in claim 1 or 6, **characterised in that** a pre-control signal (S_{vs}) is transmitted to the switch element (10, 11; 36) by the control system (13) at the pre-control instant (T_{vs}), by means of which the pressure chambers operating at system pressure are vented by the switch element (10, 11; 36) before the component starts to move during the other motion phase in a direction of movement (31') opposite the direction of movement (31) of the first motion phase.
8. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a period (t_4) during which the component will remain in its end position is predetermined by the control system (13) at the instant (T_2) and a release signal is generated at the end of the period (t_4), by means of which or at a subsequent start time (T_{start}) set by the control system (13) or a higher ranking controller the switch element (10, 11; 36) is reversed in order to start the movement of the component in the other direction of movement (31') opposite the direction of movement (31) of the first motion phase.
9. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a period (t_5) is calculated by the control system (13) during the first motion phase of the component at the instant (T_0), based on the time difference between a control signal forwarded to the switch element (10, 11; 36) activating the component by the control system (13) or a higher-ranking controller at the start time (T_{start}) and a start signal (S_{start}) is triggered after the component has started to move during the motion phase and is detected by a sensor (21, 22) disposed in the end position at the end where the movement starts, and the start time (T_{start}) at which the control signal is triggered and applied to the switch element (10, 11; 36) during the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase is set on the basis of the calculated period (t_5).
10. Method as claimed in claim 1, **characterised in that**, taking account of the system properties of the other drive (1")

actively connected to the drive (1; 1'), the control system (13) calculates an instant (T_R) at which a check-back signal ($S_{rück}$) is triggered and by means of which the other drive (1'') is activated before, at the same time as or after the component of the first drive (1; 1') reaches the end position.

- 5 11. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a signal sequence of the sensors (21, 22) during the motion phase of the component between its end positions is evaluated by a monitoring system (72) of the control system (13) and the number of changes of state of a signal level between a high level and a low level is monitored.
- 10 12. Method as claimed in claim 11, **characterised in that** a threshold number of changes of state of a signal level between a high level and a low level is set by the control system (13), and a desired-actual comparison is run between a set period ($t_{1desired}$) and the determined period ($t_{1actual}$) during the first motion phase of the component if the determined number of changes of state exceeds the set threshold number of changes of state, and a manipulated variable for at least one of two consecutive switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) is calculated by the controller unit (55) to ensure a smooth movement into the end position on the basis of the desired-actual comparison between a set period ($t_{1desired}$) and the determined period ($t_{1actual}$), after which a period (t_{GD}) during which force will be applied to the component in the direction of movement (31') opposite its direction of movement (31) during the other motion phase of the component in the same direction (31, 31') following the first motion phase is increased on the basis of the manipulated variable if the determined period ($t_{1actual}$) drops below the set period ($t_{1desired}$).
15 20
13. Method as claimed in claim 11, **characterised in that** a threshold number of changes of state of a signal level between a high level and a low level is set by the control system (13), and a desired-actual comparison between a set period ($t_{1desired}$) and the determined period ($t_{1actual}$) is run during the first motion phase of the component if the determined number of changes of state exceeds the set threshold number of changes of state, and in order to ensure a reliably smooth movement into the end position, a period (t_{GD}) during which force will be applied to the component in the direction of movement (31') opposite its direction of movement (31) during the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase is reduced by the control system (13) on the basis of a weighting factor if the determined period ($t_{1actual}$) exceeds the set period ($t_{1desired}$).
25 30
14. Method as claimed in claim 11, **characterised in that** the determined number of changes of state of a signal level between a high level and a low level and a set minimum number of changes of state of a signal level between a high level and a low level are compared and evaluated by the control system (13), and an error message is forwarded to an output device (53) of the control system (13) or a higher-ranking controller if the determined number of changes of state falls below the set minimum number of changes of state.
35
15. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** the period (t_{GD}) for reversing activation of the pressure chambers (8, 9) is monitored and an error message is forwarded to an output device (53) of the control system (13) or a higher-ranking controller if an upper time threshold for the period (t_{GD}) set by the controls system (13) is exceeded.
40
16. Fluid-operated drive (1; 1'; 1'') for implementing the method as claimed in one of claims 1 to 15, with components which can be moved relative to one another, one of which components can be moved via at least one switch element (10, 11; 36) in a first direction of movement (31) and in a second direction of movement (31') opposite the first direction of movement (31) between end positions and is decelerated as it is moved into at least one of the end positions, and control signals for timing the motion phase of the component which can be electronically switched via a switch flag (27a, b) can be forwarded to an electronic control system (13) respectively from a sensor (21, 22) disposed in the end position to ensure a smooth movement into the end position, and the switch element (10, 11; 36) can be operated by the control system (13) on the basis of the control signals, and pressure chambers (8, 9) of the drive (1; 1', 1'') are activated in opposing directions, **characterised in that** the moving component is provided with a control strip (25, 26) at oppositely lying ends in its direction of movement (31, 31'), which control strip (25, 26) constitutes the switch flag (27a, b) and comprises at least two control edges (32a, b, 33a, b) offset from one another in the direction of movement (31, 31') of the component so that, during the motion phase of the component, a first measurement signal (S_1) can be triggered by the first control edge (32a, b) within the active range of the sensor (21, 22) disposed in the end position towards which the movement is being effected at an instant (T_1) and a second measurement signal (S_2) can be triggered by the second control edge (33a, b) within the active range of the same sensor (21, 22) at a later instant (T_2), and the control system (13) has a controller unit (55) for calculating at least one manipulated variable for at least one of two consecutive switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (10, 11; 36) from a desired-actual comparison between a set period ($t_{1desired}$) and a determined period
45 50 55

(t_{actual}) to ensure a smooth movement into the end position, and the switch element (10,11; 36) is provided as a means of setting at least one switching instant (T_{UZ1} , T_{UZ2}) on the basis of the manipulated variable in the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase.

17. Drive as claimed in claim 16, **characterised in that** the control system (13) also has a monitoring system (72) for evaluating a signal sequence of the sensors (21, 22) during the movement of the component between its end positions or a period (t_{GD}) for the duration of which the pressure chambers (8, 9) are reversed.

18. Drive as claimed in claim 16 or 17, **characterised in that** the control system (13) also has an output device (53) for evaluating the signal sequence of the sensors (21, 22) or outputting an error message.

19. Drive as claimed in claim 16, **characterised in that** the control strip (25, 26) has a recessed groove (28a, b) disposed across a part of its thickness extending transversely to the direction of movement (31, 31'), by means of which the switch flag (27a, b) and an end position portion (29a, b) are separated from one another, and a width (B) of the recessed groove (28a, b) is at least between 1 mm and 5 mm, in particular between 2mm and 4 mm, for example 3 mm, and a lengthways distance between the control edges (32a, b, 33a, b) is at most between 4 mm and 15 mm, in particular between 5 mm and 12 mm, for example 9 mm.

20. Drive as claimed in claim 16, **characterised in that** the control system (13) and/or the at least one switch element (10,11; 36) is mounted on one of the components or is integrated in one of the components.

21. Drive as claimed in claim 1, **characterised in that** at least one of the end positions can be adjusted by changing the position of a fixed stop (3, 4; 44'; 44'') and/or shock absorber (45'; 45'') and/or a control strip (25, 26) and a sensor (21, 22) co-operating with it.

22. Method of controlling a fluid-operated drive (100) with components which can be moved relative to one another, one of which components is moved in a regulated manner via at least one switch element (109; 133, 134) in a first direction of movement (31) and in a second direction of movement (31') opposite the first direction of movement (31) between end positions, and electric control signals for timing the motion phase of the component to ensure a soft movement into the end position are forwarded to a control system (116) and the switch element (109; 133, 134) is operated by the control system (116) on the basis of the control signals, **characterised in that** a desired value for the movement time (t_{Bdesired}) during which the component moves from one end position into the other end position is set by means of the control system (116) or a higher-ranking controller and an actual value of the movement time (t_{Bactual}) is detected by the sensors (119, 120) during the displacement of the component from one end position into the other end position, and a manipulated variable for at least one of two consecutive switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (109; 133, 134) is calculated from a desired-actual comparison between the set movement time (t_{Bdesired}) and the detected movement time (t_{Bactual}) by a controller unit (127) of the control system (116) to ensure a soft movement into the end position, and a control period (t_{SD}) predefined by the switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) is set by changing the switching instant (T_{UZ1} , T_{UZ2}) on the basis of the manipulated variable in the other motion phase of the component in the same direction (31, 31') following the first motion phase, and the component is firstly accelerated to a desired speed within the set control period (t_{SD}), after which the switch element (109; 133, 134) is operated on a pulsed basis for a period (t_{GB}) starting from the second switching instant (T_{UZ2}) until a theoretical final instant (T_{TE}) predefined by the set movement time (t_{Bdesired}).

23. Method as claimed in claim 22, **characterised in that** the switch element (109; 133, 134) is switched by means of the control system (116) or the higher-ranking controller by several consecutive switch pulses of short duration (t_{SCH}) within the period (t_{GB}), as a result of which a pressure chamber (107, 108) of the drive (100) activating the component is pressurised at system pressure at intervals following one another at pulse pauses so that the component is moved in the direction of movement (31, 31') into the relevant end position at a speed of motion which becomes increasingly slower than the desired speed starting from the second switching instant (T_{UZ2}).

24. Method as claimed in claim 23, **characterised in that** the control system (116) or higher-ranking controller calculates a period (t_{p}) for the pulse pauses, during which the component is moved in the direction of movement (31, 31') in the direction towards the relevant end position on the basis of its own inertia without being driven.

25. Method as claimed in claim 23, **characterised in that** the number and/or duration (t_{SCH}) of the switch pulses is set by the control system (116) or higher-ranking controller.

26. Method as claimed in claim 23, **characterised in that** the number and/or duration (t_{SCH}) of the switch pulses is constantly determined by the control system (116) or higher-ranking controller in a dynamic learning mode in which the component is firstly moved into the end position in a controlled manner and, as it is so, a motion state is detected, such as the speed curve, the vibrations induced at the drive or the mechanical load on the drive due to impact stress as the component hits the end position, after which an optimum motion state is set at the drive (100) by constantly changing the number and/or duration (t_{SCH}) of the switch pulses.
27. Method as claimed in claim 22, **characterised in that** when the component arrives at its relevant end position within the set movement time ($t_{Bdesired}$) at the instant (T_2 respectively T_{EE}), a re-set signal is generated by the control system (116) and switched to the switch element (109; 133, 134) and the latter activates the pressure chambers (107, 108) at system pressure for a period (t_A) so that system pressure is applied to the component in the direction of movement (31, 31') and it is held in the end position by means of a retaining force.
28. Method as claimed in claim 22, **characterised in that**, in the event of a control variance (e) between the set movement time ($t_{Bdesired}$) and determined time ($t_{Bactual}$), a monitoring signal (S_o) is triggered by a monitoring unit (132) of the control system (116) at the theoretical final instant (T_{TE}) of the set movement time ($t_{Bdesired}$), by means of which a first period is predefined, and a re-set signal (S_{NS}) is triggered at the end of this period and switched to the switch element (109; 133, 134), and the latter activates the pressure chambers (107, 108) at system pressure for a period (t_A) so that system pressure is applied to the component in the direction of movement (31, 31') until it reaches its end position and it is then held in the end position by means of a retaining force.
29. Method as claimed in claim 28, **characterised in that** during the motion phase of the component, shortly before reaching the relevant end position, a first measurement signal (S_1) is detected at the sensor (119, 120) via a switch flag (27a, b) at an instant (T_1) and a second measurement signal (S_2) is detected at a later instant (T_2), and a second period (t_F) is determined from the time difference between the first measurement signal (S_1) and a control signal of the last switch pulse triggered at the switching instant (T_{UZn}), and the re-set signal (S_{NS}) is generated by the monitoring unit (132) before the end of the first period and switched to the switch element (109; 133, 134) if the first period exceeds the second period (t_F) so that system pressure is applied to the component early in the direction of movement (31, 31').
30. Fluid-operated drive (100) for implementing the method as claimed in one of claims 22 to 29, with components which can be moved relative to one another, one of which components can be moved via at least one switch element (109; 133, 134) in a first direction of movement (31) and in a second direction of movement (31') opposite the first direction of movement (31) between end positions, and control signals for timing the motion phase of the component to ensure a soft movement into the end position can be forwarded to an electronic control system (116) from sensors (119, 120) disposed in the end positions, and the switch element (109; 133, 134) is controlled by the control system (116) on the basis of the control signals, **characterised in that** a desired value for the movement time ($t_{Bdesired}$) during which the component is moved from one end position into the other end position can be set by the control system (116) and an actual value for the movement time ($t_{Bactual}$) can be detected by the sensors (119, 120) as the component is moved from one end position into the other end position, and in order to ensure a soft movement into the end position, the control system (116) has a controller unit (127) which calculates a manipulated variable for at least one of two consecutive switching instants (T_{UZ1} , T_{UZ2}) of the switch element (109; 133, 134) by running a desired-actual comparison between the set movement time ($t_{Bdesired}$) and the detected movement time ($t_{Bactual}$), and the switch element (109; 133, 134) is provided as a means of setting a control period (t_{SD}) by changing the switching instant (T_{UZ1} , T_{UZ2}) on the basis of the manipulated variable in the other motion phase of the component in the same direction of movement (31, 31') following the first motion phase, and the component is firstly accelerated to a desired speed by an automatic control of the switch element (109; 133, 134) within the set control period (t_{SD}), after which the switch element (109; 133, 134) can be operated by the control system (116) on a pulsed basis starting from the second switching instant (T_{UZ2}) for a period (t_{GB}) until a theoretical final instant (T_{TE}) predefined by the set movement time ($t_{Bdesired}$).
31. Drive as claimed in claim 30, **characterised in that** the control system (116) also has a monitoring unit (132) for generating a monitoring signal (S_U) and evaluating a first and second period (t_F).
32. Drive as claimed in claim 30, **characterised in that** the control system (116) also has an input and/or output device (131) for setting the number and/or duration (t_{SCH}) of the switch pulses or outputting an error message.

Revendications

1. Procédé de commande d'un entraînement actionné par fluide (1; 1', 1'') comportant des pièces pouvant être réglées les unes par rapport aux autres. L'une des pièces est déplacée par le biais d'au moins un élément de commutation (10, 11; 36) dans un premier sens de déplacement (31) et dans un second sens de déplacement (31'), opposé au premier sens de déplacement (31), entre des positions de fin de course et immobilisée contre au moins l'une des positions de fin de course. Un dispositif de commande (13) reçoit, d'un capteur (21, 22) électroniquement commutable par le biais d'une came de contacteur (27a, b) et disposé dans la position de fin de course, des signaux de commande pour la commande temporelle de la phase de déplacement de la pièce pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course. Le dispositif de commande (13) actionne l'élément de commutation (10, 11; 36) au moyen des signaux de commande et commande les chambres de pression (8, 9) de l'entraînement (1, 1', 1'') de manière inversée. Le procédé est **caractérisé en ce que**, dans une première phase de déplacement de la pièce, peu de temps avant que la position de fin de course ne soit atteinte, un premier signal de mesure (S_1) est relevé par le biais du dispositif came de contacteur-capteur à un moment (T_1) et un second signal de mesure (S_2) à un moment ultérieur (T_2). Ensuite, le dispositif de commande (13) calcule au moins un intervalle ($t_{1réel}$) à partir de la différence temporelle entre les signaux de mesure (S_1, S_2) et une unité de réglage (55) du dispositif de commande (13) calcule, pour l'amenée sans à-coups dans la position de fin de course, au moins une grandeur de réglage pour au moins l'un des deux moments de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) se suivant dans le temps, à partir d'une comparaison théorie-réalité, entre un intervalle fixé ($t_{1théorique}$) et l'intervalle calculé ($t_{1réel}$). Ce moment de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) est réglé conformément à la grandeur de réglage dans la seconde phase de déplacement de la pièce, faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31').
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) calcule ou prédéfinit un intervalle (t_{GD}) à partir de la différence temporelle entre les signaux de commande aux moments de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) et **en ce qu'**une phase de freinage fixée par l'intervalle (t_{GD}) est débutée au premier moment de commutation (T_{Uz1}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) et terminée au second moment de commutation (T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36). Lors du premier moment de commutation (T_{Uz1}) de l'élément de commutation (10, 11; 36), une pression de circuit contraire au sens du déplacement (31, 31') de la pièce est générée dans la chambre de pression (8, 9) initialement dépourvue de pression pendant le déplacement de la pièce et la pression de circuit agissant dans le sens du déplacement (31, 31') de la pièce est dissipée dans la chambre de pression (8, 9) initialement alimentée en pression pendant le déplacement de la pièce. Lors du second moment de commutation (T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36), une pression de circuit contraire au sens du déplacement (31, 31') de la pièce est dissipée dans la chambre de pression (8, 9) alimentée en pression pendant l'intervalle (t_{GD}) et la pression de circuit agissant dans le sens du déplacement initial (31, 31') de la pièce est générée dans la chambre de pression (8, 9) dépourvue de pression pendant l'intervalle (t_{GD}).
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) calcule, dans la première phase de déplacement de la pièce, un autre intervalle ($t_{3réel}$) à partir de la différence temporelle entre le premier signal de mesure (S_1) et un signal de commande pour l'élément de commutation (10, 11; 36) au second moment de commutation (T_{Uz2}). Ensuite, l'unité de réglage (55) du dispositif de commande (13) calcule, pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course, des grandeurs de réglage à partir d'une comparaison théorie-réalité entre un intervalle fixé ($t_{3théorie}$) et l'intervalle calculé ($t_{3réel}$), pour un premier et un second moment de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36). Le procédé est également **caractérisé en ce que** les moments de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) en question de l'élément de commutation (10, 11; 36) sont réglés conformément aux grandeurs de réglage dans la seconde phase de déplacement de la pièce, faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31') dans la mesure où l'intervalle calculé ($t_{3réel}$) diffère de l'intervalle fixé ($t_{3théorie}$).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) fixe, dans la première phase de déplacement de la pièce, un intervalle (t_{GD}) à partir de la différence temporelle entre les signaux de commande aux moments de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) et **en ce que** le premier et le second élément de commutation (T_{Uz1}, T_{Uz2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) sont décalés sur l'axe temporel, à un intervalle temporel constant, correspondant à l'intervalle (t_{GD}), par rapport au premier signal de mesure (S_1).
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) calcule et modifie un intervalle (t_{GD}) à partir de la différence temporelle entre les signaux de commande aux moments de commutation

(T_{UZ1} , T_{UZ2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) et **en ce que**, à cet effet, l'unité de réglage (55) règle le moment de commutation (T_{UZ1}) de l'élément de commutation (10, 11; 36), considéré comme étant le premier dans le temps, conformément à la grandeur de réglage calculée dans la seconde phase de déplacement de la pièce, faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31') et fixe le moment de commutation (T_{UZ2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36), considéré comme étant le second dans le temps, dans la mesure où l'intervalle calculé ($t_{1réel}$) diffère de l'intervalle fixé ($t_{1théorique}$).

6. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) produit un signal de commutation ultérieure (S_{NS}) au second moment de commutation (T_{UZ2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) et le transmet à l'élément de commutation (10, 11; 36) et que ce dernier commande la chambre de pression (8, 9) pendant un intervalle (t_{SCH2}) avec la pression de circuit de telle sorte que la pièce soit alimentée en pression de circuit jusqu'à ce qu'elle ait atteint avec sûreté sa position de fin de course, dans le sens du déplacement (31, 31').

7. Procédé selon la revendication 1 ou 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) transmet un signal de précommande (S_{VS}) à l'élément de commutation (10, 11; 36) au moment de précommande (T_{VS}), signal au moyen duquel la chambre de pression alimentée en pression de circuit est purgée par le biais de l'élément de commutation (10, 11; 36), avant le démarrage du déplacement de la pièce, dans la seconde phase de déplacement, dans un sens de déplacement (31') contraire au sens de déplacement (31) de la première phase de déplacement.

8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) prédéfinit, au moment (T_2), un intervalle (t_4) pour le temps pendant lequel la pièce reste dans sa position de fin de course et émet, à la fin de l'intervalle (t_4), un signal de validation au moyen duquel, ou à un moment de démarrage ultérieur ($T_{démarrage}$) fixé par le dispositif de commande (13) ou une commande supérieure, l'élément de commutation (10, 11; 36) est inversé pour le démarrage du déplacement de la pièce dans l'autre sens de déplacement (31') contraire au premier sens de déplacement (31) de la première phase de déplacement.

9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) calcule, dans la première phase de déplacement de la pièce, un intervalle (t_5) à partir de la différence temporelle entre un signal de commande, au moment de démarrage ($T_{démarrage}$), transmis par le dispositif de commande (13) ou une commande supérieure à l'élément de commutation (10, 11; 36) commandant la pièce, et un signal de démarrage ($S_{démarrage}$), au moment (T_0), déclenché après le démarrage du déplacement de la pièce dans la phase de déplacement et relevé par le biais d'un capteur (21, 22) disposé dans la position de fin de course située du côté du démarrage du déplacement. Le procédé est en outre **caractérisé en ce que** le moment de démarrage ($T_{démarrage}$), lors duquel le signal de commande est déclenché et transmis à l'élément de commutation (10, 11; 36), est réglé conformément à l'intervalle calculé (t_5) dans l'autre phase de déplacement de la pièce faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31').

10. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) calcule un moment (T_R) en tenant compte des propriétés de circuit de l'autre entraînement (1'') en liaison active avec l'entraînement (1; 1'), moment auquel un signal de retour (S_{retour}) est déclenché et au moyen duquel l'autre entraînement (1'') est commandé par le premier entraînement avant, pendant ou après que la pièce a atteint la position de fin de course.

11. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de surveillance (72) du dispositif de commande (13) évalue une courbe de signal des capteurs (21, 22) pendant la phase de déplacement de la pièce entre ses positions de fin de course et surveille à cette occasion le nombre de changements d'état d'un niveau de signal entre un niveau haut et un niveau bas.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) fixe un nombre limite de changements d'état d'un niveau de signal entre un niveau haut et un niveau bas et effectue, dans la première phase de déplacement de la pièce, une comparaison théorie-réalité entre un intervalle fixé ($t_{1théorique}$) et l'intervalle calculé ($t_{1réel}$), dans la mesure où le nombre calculé de changements d'état dépasse le nombre limite fixé de changements d'état. Le procédé est également **caractérisé en ce que** l'unité de réglage (55) calcule une grandeur de réglage, pour l'amenée sans à-coups dans la position de fin de course, à partir de la comparaison théorie-réalité entre un intervalle fixé ($t_{1théorie}$) et l'intervalle calculé ($t_{1réel}$), pour au moins l'un des deux moments de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) se suivant dans le temps et élargit ensuite un intervalle (t_{GD}) pour l'application d'une force sur la pièce dans un sens de déplacement (31') contraire à son sens de déplacement (31), conformément à la grandeur de réglage dans l'autre phase de déplacement de la pièce faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31'), dans la mesure où l'intervalle

calculé ($t_{1\text{réel}}$) ne dépasse pas l'intervalle fixé ($t_{1\text{théorique}}$).

13. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) fixe un nombre limite de changements d'état d'un niveau de signal entre un niveau haut et un niveau bas et effectue, dans la première phase de déplacement de la pièce, une comparaison théorie-réalité entre un intervalle fixé ($t_{1\text{théorique}}$) et l'intervalle calculé ($t_{1\text{réel}}$), dans la mesure où le nombre calculé de changements d'état dépasse le nombre limite fixé de changements d'état. Le procédé est également **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) réduit, pour une approche sûre de la position de fin de course, un intervalle (t_{GD}) pour l'application d'une force sur la pièce dans un sens de déplacement (31') contraire à son sens de déplacement (31), conformément à un coefficient de pondération, dans l'autre phase de déplacement de la pièce faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31'), dans la mesure où l'intervalle calculé ($t_{1\text{réel}}$) dépasse l'intervalle fixé ($t_{1\text{théorique}}$).

14. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) compare et analyse le nombre calculé de changements d'état d'un niveau de signal entre un niveau haut et un niveau bas et un nombre minimal fixé de changements d'état d'un niveau de signal entre un niveau haut et un niveau bas et transmet un message d'erreur à un système de sortie (53) du dispositif de commande (13) ou d'une commande supérieure dans la mesure où le nombre calculé de changements d'état ne dépasse pas le nombre minimal fixé de changements d'état.

15. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) surveille l'intervalle (t_{GD}) pour la commande inverse des chambres de pression (8, 9) et transmet un message d'erreur à un système de sortie (53) du dispositif de commande (13) ou d'une commande supérieure dans la mesure où une limite supérieure temporelle, fixée par le dispositif de commande (13), pour l'intervalle (t_{GD}), est dépassée.

16. Entraînement actionné par un fluide (1; 1'; 1'') pour l'exécution du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, comportant des pièces déplaçables les unes par rapport aux autres. L'une des pièces est déplaçable par le biais d'au moins un élément de commutation (10, 11; 36) dans un premier sens de déplacement (31) et dans un second sens de déplacement (31'), contraire au premier sens de déplacement (31), entre des positions de fin de course et de manière à être bloquée contre au moins l'une des positions de fin de course. Des signaux de commande, pour la commande temporelle de la phase de déplacement de la pièce, pour une amenée sans à-coups vers la position de fin de course, sont amenés vers le dispositif de commande électronique (13) par un capteur (21, 22) électroniquement commutable par le biais d'une came de contacteur (27a, b) et disposé dans la position de fin de course. Le dispositif de commande (13) actionne l'élément de commutation (10, 11; 36) à l'aide des signaux de commande et commande les chambres de pression (8, 9) de l'entraînement (1; 1'; 1'') de manière inversée. L'entraînement est également **caractérisé en ce que** la pièce mobile est équipée, sur ses extrémités opposées dans le sens du déplacement (31, 31'), d'une barre de commande (25, 26), la barre de commande (25, 26) formant la came de contacteur (27a, b) et comportant au moins deux arêtes de commande (32a, b, 33a, b) décalées l'une derrière l'autre dans le sens du déplacement (31, 31') de la pièce de telle sorte que, dans la phase de déplacement de la pièce, il soit possible de déclencher, à partir de la première arête de commande (32a, b), dans la zone active du capteur (21, 22) disposé dans la position de fin de course à atteindre, à un moment (T_1), un premier signal de mesure (S_1) et, à partir de la seconde arête de commande (33a, b), dans la zone active de ce même capteur (21, 22), à un moment ultérieur (T_2), un second signal de mesure (S_2). Il est également **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) comporte, pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course, une unité de réglage (55) calculant au moins une grandeur de réglage, pour au moins l'un des deux moments de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}) de l'élément de commutation (10, 11; 36) se suivant dans le temps, à partir d'une comparaison théorie-réalité entre un intervalle fixé ($t_{1\text{théorique}}$) et un intervalle calculé ($t_{1\text{réel}}$). L'entraînement se caractérise en outre en ceci que l'élément de commutation (10, 11; 36) est prévu pour le réglage d'au moins un moment de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}) conformément à la grandeur de réglage dans l'autre phase de déplacement de la pièce faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31').

17. Entraînement selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) comporte en outre un dispositif de surveillance (72) pour l'analyse d'une courbe de signal des capteurs (21, 22) pendant le déplacement de la pièce entre ses positions de fin de course ou un intervalle (t_{GD}) pour la durée de la commande inversée des chambres de pression (8, 9).

18. Entraînement selon la revendication 16 ou 17, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) comporte en outre un système de sortie (53) pour l'analyse de la courbe de signal des capteurs (21, 22) ou l'émission d'un message d'erreur.

19. Entraînement selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la barre de commande (25, 26) comporte une cannelure (28a, b) réalisée perpendiculairement au sens du déplacement (31, 31'), sur une partie de son épaisseur, cannelure par le biais de laquelle la came de contacteur (27a, b) et une section de la position de fin de course (29a, b) sont séparées l'une de l'autre, une largeur (B) de la cannelure (28a, b) étant au moins comprise entre 1 mm et 5 mm, en particulier entre 2 mm et 4 mm, par exemple 3 mm, et une distance longitudinale (A) entre les arêtes de commande (32a, b, 33a, b) étant au maximum comprise entre 4 mm et 15 mm, en particulier entre 5 mm et 12 mm, par exemple 9 mm.
20. Entraînement selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (13) et/ou le ou les éléments de commutation (10, 11; 36) sont fixés sur l'une des pièces ou intégrés dans l'une des pièces.
21. Entraînement selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins l'une des positions de fin de course peut être réglée par la modification de la position d'une butée fixe (3, 4; 44'; 44") et/ou d'un amortisseur (45', 45") et/ou d'une barre de commande (25, 26) et d'un capteur (21, 22) attribué à celle-ci.
22. Procédé de commande d'un entraînement actionné par fluide (100) comportant des pièces pouvant être réglées les unes par rapport aux autres. L'une des pièces est déplacée, avec réglage entre deux positions de fin de course, par le biais d'au moins un élément de commutation (109; 133, 134) dans un premier sens de déplacement (31) et dans un second sens de déplacement (31'), opposé au premier sens de déplacement (31). Un dispositif de commande (116) reçoit des signaux de commande électriques, provenant de capteurs (119, 120) disposés dans les positions de fin de course, pour la commande temporelle de la phase de déplacement de la pièce pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course. Le dispositif de commande (116) actionne l'élément de commutation (109; 133, 134) à l'aide des signaux de commande. Le procédé est **caractérisé en ce que**, par le biais du dispositif de commande (116) ou d'une commande supérieure, une valeur théorique du temps de déplacement ($t_{\text{Bthéorique}}$) est fixée pour le déplacement de la pièce d'une position de fin de course à l'autre position de fin de course et, par le biais des capteurs (119, 120), sur le déplacement de réglage de la pièce d'une position de fin de course à l'autre position de fin de course, une valeur réelle du temps de déplacement ($t_{\text{Bréelle}}$) est relevée et **en ce qu'**une unité de réglage (127) du dispositif de commande (116) calcule, pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course, à partir d'une comparaison théorie-réalité entre le temps de déplacement fixé ($t_{\text{Bthéorique}}$) et le temps de déplacement calculé ($t_{\text{Bréel}}$), une grandeur de réglage pour au moins l'un des moments de commutation (T_{UZ1} , T_{US2}) de l'élément de commutation (109; 133, 134) se suivant dans le temps et **en ce qu'**une durée de commande (t_{SD}), prédéfinie au moyen des moments de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}), est réglée par la modification du moment de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}), conformément à la grandeur de réglage dans l'autre phase de déplacement de la pièce, faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31'). C'est tout d'abord dans la plage de la durée de commande réglée (t_{SD}) que la pièce est accélérée à une vitesse théorique et, qu'ensuite, l'élément de commutation (109; 133, 134) est actionné par impulsions, du second moment de commutation (T_{UZ2}) à un moment de fin théorique (T_{TE}) prédéfini par la durée de déplacement fixée ($t_{\text{Bthéorique}}$), en passant par un intervalle (t_{GB}).
23. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** l'élément de commutation (109; 133, 134) est commuté par le biais du dispositif de commande (116) ou de la commande supérieure dans l'intervalle (t_{GB}) par plusieurs impulsions de commutation de courte durée (t_{SCH}) se suivant dans le temps, impulsions au moyen desquelles une chambre de pression (107, 108) de l'entraînement (100), commandant la pièce, est alimentée en pression de circuit à des intervalles se succédant après des pauses d'impulsion de sorte que la pièce est déplacée dans la position de fin de course à atteindre à partir du second moment de commutation (T_{UZ2}), dans le sens de déplacement (31, 31') à une vitesse de déplacement allant en diminuant par rapport à la vitesse théorique.
24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (116) ou la commande supérieure calcule un intervalle (t_p) des pauses d'impulsion dans lequel la pièce est déplacée en direction de la position de fin de course à atteindre en raison de son inertie, sans entraînement, dans le sens de déplacement (31, 31').
25. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le nombre et/ou la durée (t_{SCH}) des impulsions de commutation sont prédéterminés de manière fixe par le biais du dispositif de commande (116) ou de la commande supérieure.
26. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (116) ou la commande supérieure calcule en permanence le nombre et/ou la durée (t_{SCH}) des impulsions de commutation dans un mode

d'apprentissage dynamique dans lequel la pièce est tout d'abord amenée dans la position de fin de course par réglage et un état de déplacement, telle que la courbe de vitesse, les oscillations générées sur l'entraînement ou la contrainte mécanique sur l'entraînement à la suite de la charge par à-coups lorsque la pièce touche la position de fin de course, est relevé et ensuite un état de déplacement optimal est réglé sur l'entraînement (100) par la modification constante du nombre et/ou + de la durée (t_{SCH}) des impulsions de commutation.

27. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (116) produit, au moment où la pièce arrive dans la position de fin de course à atteindre, pendant la durée de déplacement fixée ($t_{Bthéorique}$) au moment (T_2 ou T_{EE}), un signal de commutation ultérieure (S_{NS}) et le transmet à l'élément de commutation (109; 133, 134) et ce dernier commande la chambre de pression (107, 108) pendant un intervalle (t_A) avec la pression de circuit de telle sorte que la pièce soit alimentée en pression de circuit dans le sens du déplacement (31, 31') et maintenue dans la position de fin de course par une force de retenue.

28. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de surveillance (132) du dispositif de commande (116) déclenche, lors d'une différence de réglage (e) entre le temps de déplacement fixé ($t_{Bthéorique}$) et le temps de déplacement calculé ($t_{réel}$), au moment final théorique (T_{TE}) du temps de déplacement fixé ($t_{Bthéorique}$), un signal de surveillance (S_v) au moyen duquel est prédéfini un premier intervalle et produit, à la fin de cet intervalle, un signal de commutation ultérieure (S_{NS}) et le transmet à l'élément de commutation (109; 133, 134) et ce dernier commande la chambre de pression (107, 108) pendant un intervalle (t_A) avec la pression de circuit de telle sorte que la pièce soit alimentée en pression de circuit jusqu'à ce qu'elle ait atteint avec sûreté sa position de fin de course, dans le sens du déplacement (21, 31') et soit maintenue dans la position de fin de course par une force de retenue.

29. Procédé selon la revendication 28, **caractérisé en ce que**, dans la phase de déplacement de la pièce, peu avant qu'elle soit arrivée dans la position de fin de course à atteindre, un premier signal de mesure (S_1) est relevé par le biais d'une came de contacteur (27a, b) sur le capteur (119, 120) à un moment (T_1) et, à un moment ultérieur (T_2), un second signal de mesure (S_2) et **en ce qu'un** second intervalle (t_F) est calculé à partir de la différence temporelle entre le premier signal de mesure (S_1) et un second signal de commande de la dernière impulsion de commutation déclenché au moment de commutation (T_{UZ0}) et **en ce que** le dispositif de surveillance (132) produit le signal de commutation ultérieure (S_{NS}) avant la fin du premier intervalle et le transmet à l'élément de commutation (109; 133, 134) dans la mesure où le premier intervalle dépasse le second intervalle (t_F) de telle sorte que la pièce soit alimentée assez tôt en pression de circuit dans le sens du déplacement (31, 31').

30. Entraînement actionné par fluide (100) pour l'exécution du procédé selon l'une quelconque des revendications 22 à 29, comportant des pièces pouvant être réglées les unes par rapport aux autres. L'une des pièces peut être déplacée entre deux positions de fin de course, par le biais d'au moins un élément de commutation (109; 133, 134) dans un premier sens de déplacement (31) et dans un second sens de déplacement (31'), opposé au premier sens de déplacement (31). Un dispositif de commande électronique (116) reçoit des signaux de commande, provenant d'un capteur (119, 120) disposé dans les positions de fin de course, pour la commande temporelle de la phase de déplacement de la pièce, pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course. Le dispositif de commande (116) actionne l'élément de commutation (109; 133, 134) à l'aide des signaux de commande. Le procédé est **caractérisé en ce que**, par le biais du dispositif de commande (116), une valeur théorique du temps de déplacement ($t_{Bthéorique}$) est fixée pour le déplacement de la pièce d'une position de fin de course à l'autre position de fin de course et, par le biais des capteurs (119, 120), sur le déplacement de réglage de la pièce d'une position de fin de course à l'autre position de fin de course, une valeur réelle du temps de déplacement ($t_{Bréel}$) est relevée et **en ce que** le dispositif de commande (116) présente une unité de réglage (127) calculant, pour une amenée sans à-coups dans la position de fin de course, à partir d'une comparaison théorie-réalité entre le temps de déplacement fixé ($t_{Bthéorique}$) et le temps de déplacement calculé ($t_{Bréel}$), une grandeur de réglage pour au moins l'un des deux moments de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}) de l'élément de commutation (109; 133, 134) se suivant dans le temps et **en ce que** l'élément de commutation (109; 133, 134) est prévu pour le réglage d'une durée de commande (t_{SD}), prédéterminée au moyen des moments de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}), par la modification du moment de commutation (T_{UZ1} , T_{UZ2}), conformément à la grandeur de réglage dans l'autre phase de déplacement de la pièce, faisant suite à la première phase de déplacement, dans le même sens de déplacement (31, 31'). Il est également **caractérisé en ce que**, tout d'abord dans la plage de la durée de commande réglée (t_{SD}), la pièce est accélérée à une vitesse théorique par la commande réglée de l'élément de commutation (109; 133, 134) et, qu'ensuite, l'élément de commutation (109; 133, 134) est actionné par impulsions par le dispositif de commande (116), du second moment de commutation (T_{UZ2}) à un moment de fin théorique (T_{TE}) prédéfini par le temps de déplacement fixé ($t_{Bthéorique}$), en passant par un intervalle (t_{GB}).

31. Entraînement selon la revendication 30, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (116) présente en outre un dispositif de surveillance (132) pour la production d'un signal de surveillance (S_{ij}) et l'analyse d'un premier et d'un second intervalle (t_F).

5 32. Entraînement selon la revendication 30, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (116) présente en outre un système d'entrée et/ou de sortie (131) pour le réglage du nombre et/ou de la durée (T_{SCH}) des impulsions de commutation ou l'émission d'un message d'erreur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

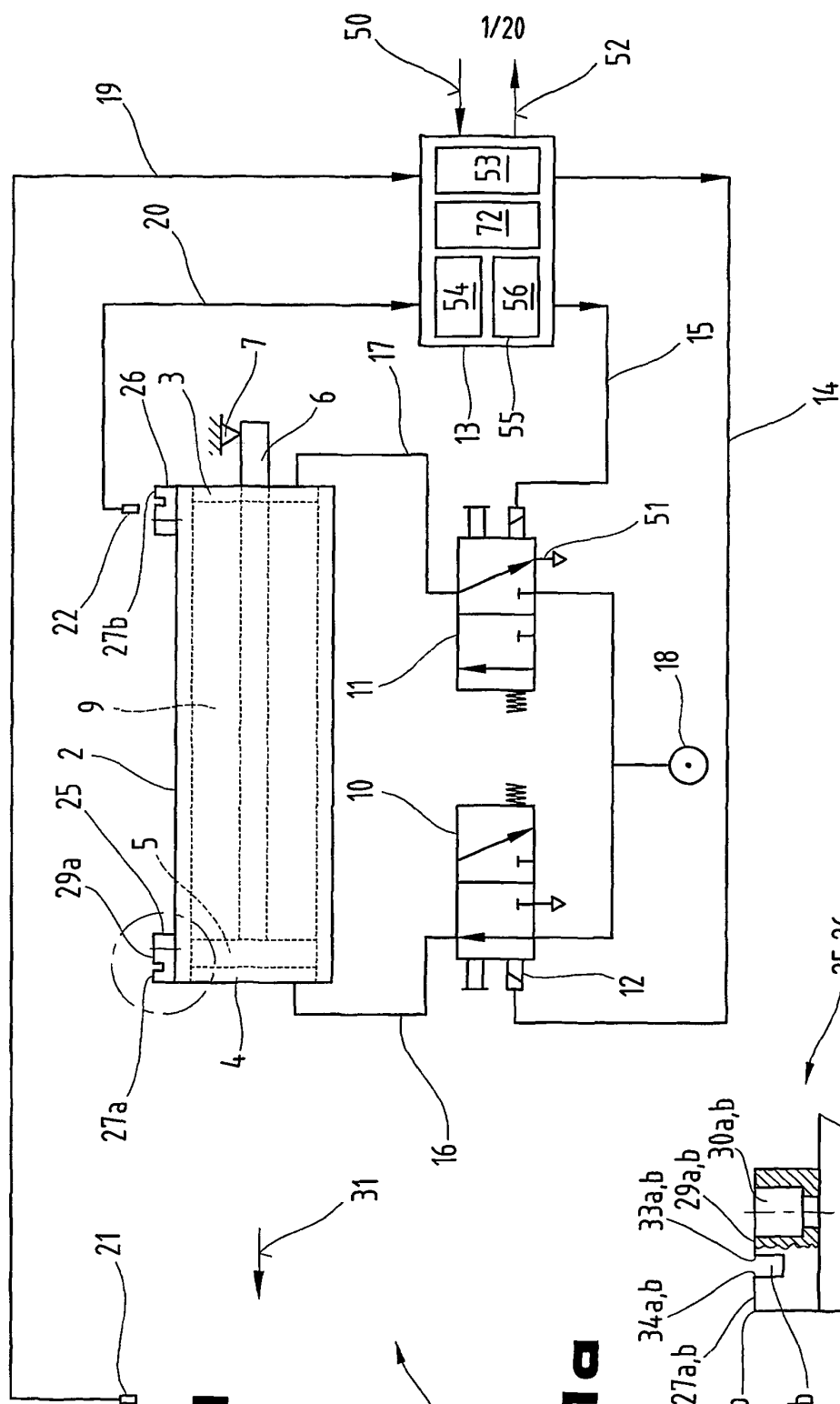


Fig. 1

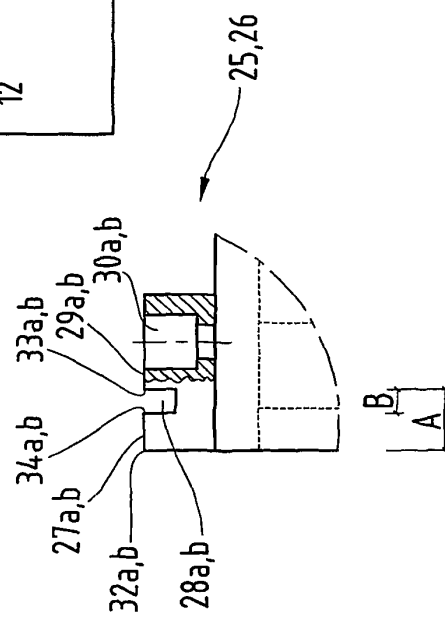


Fig.2

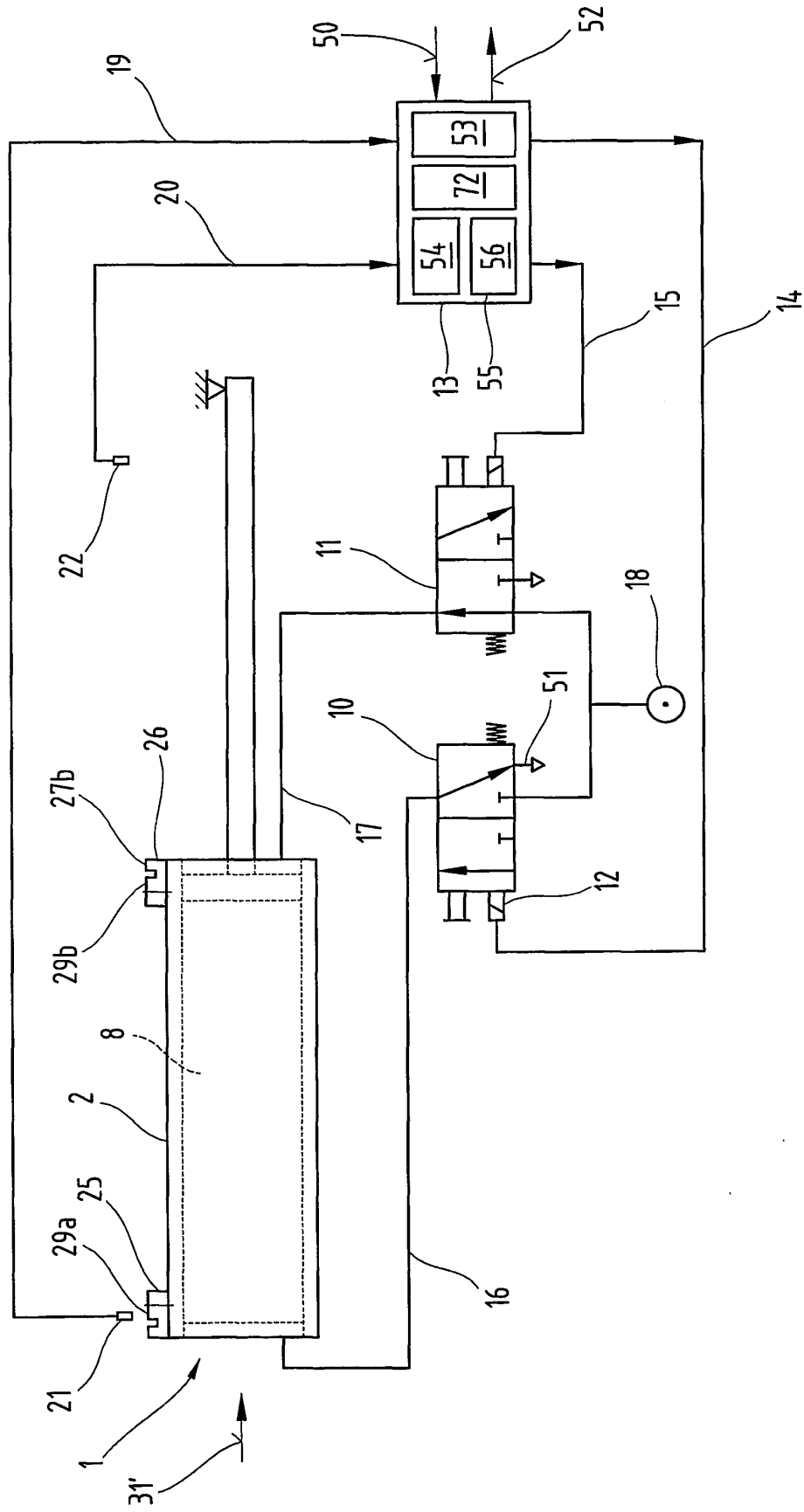


Fig. 3

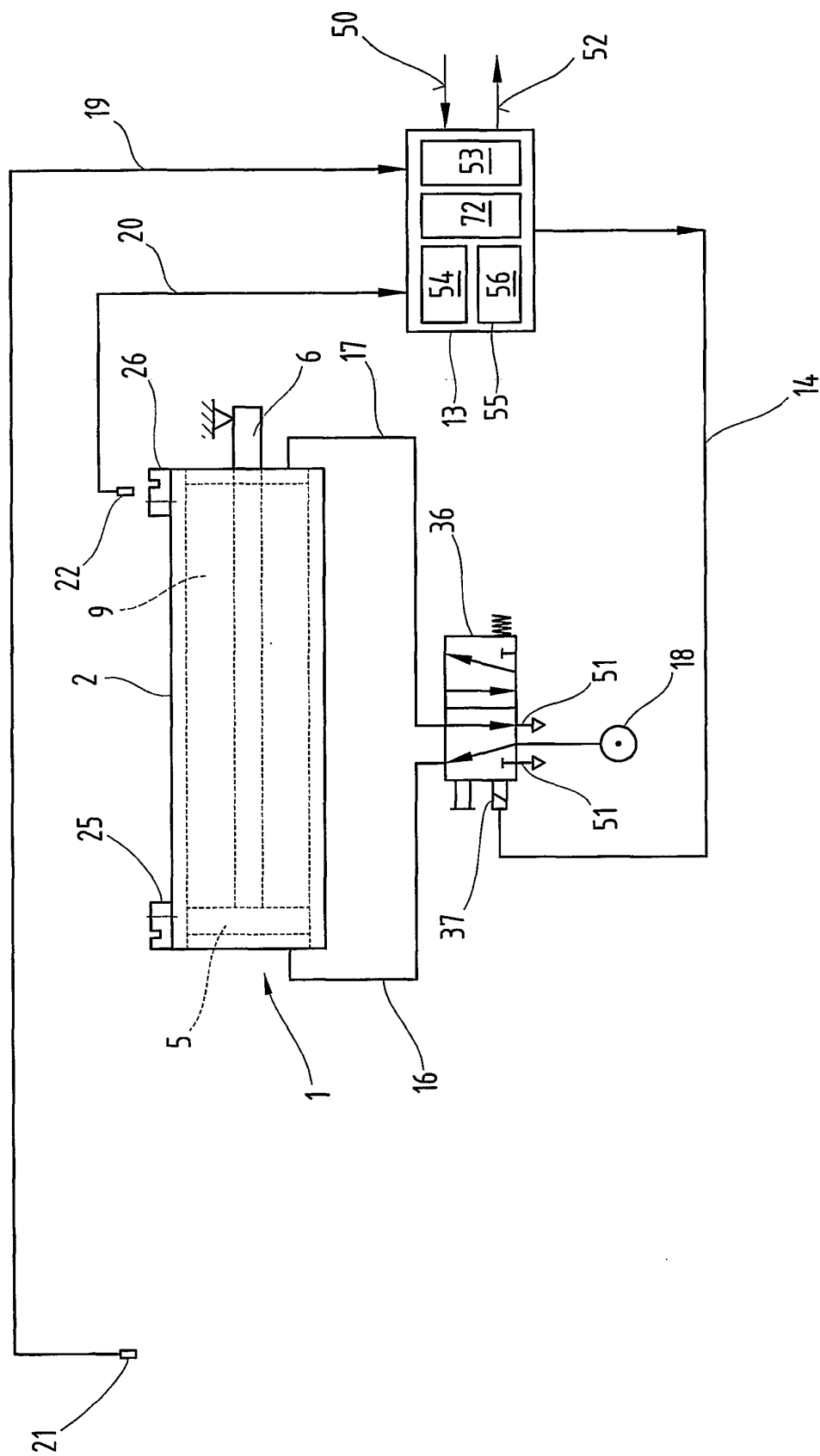
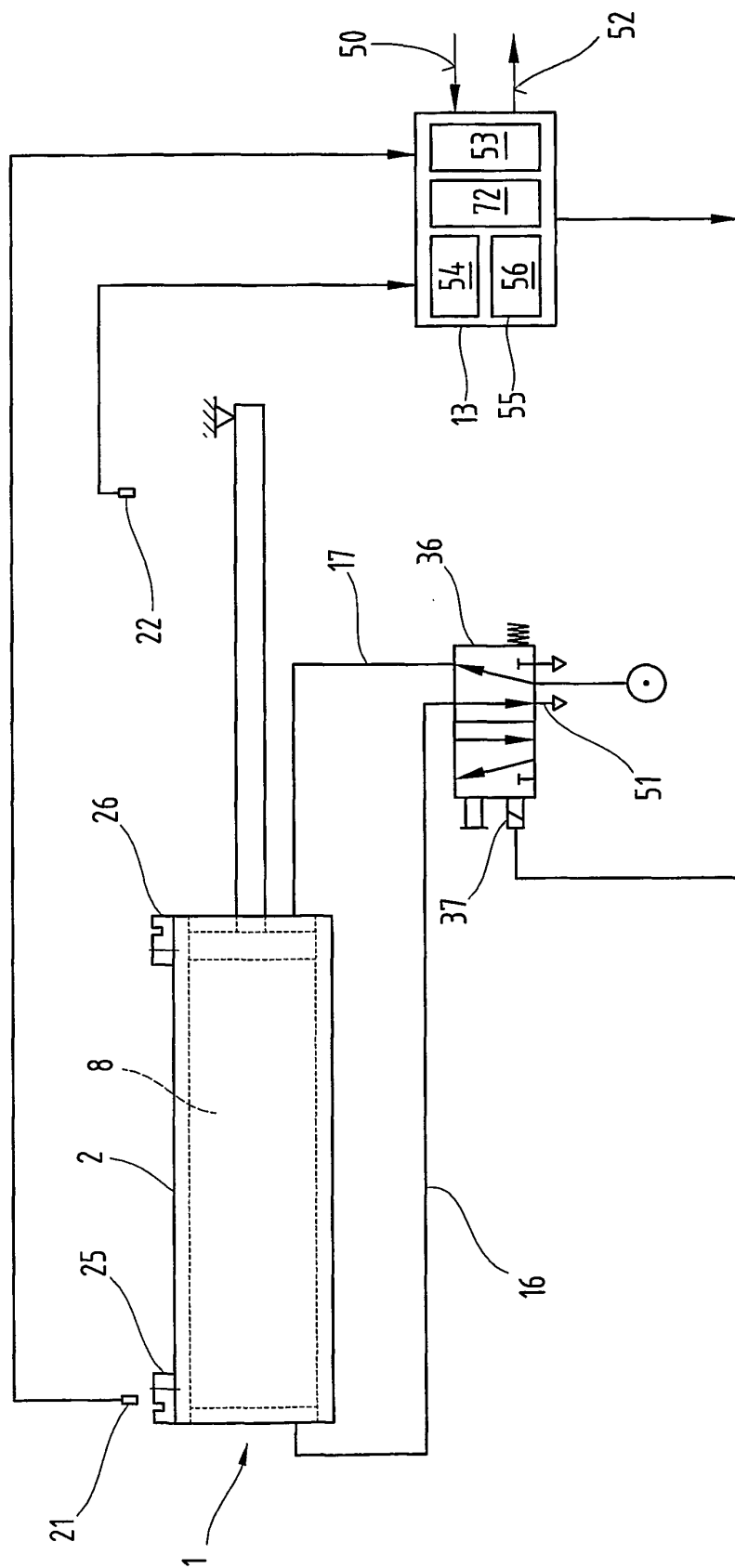


Fig.4



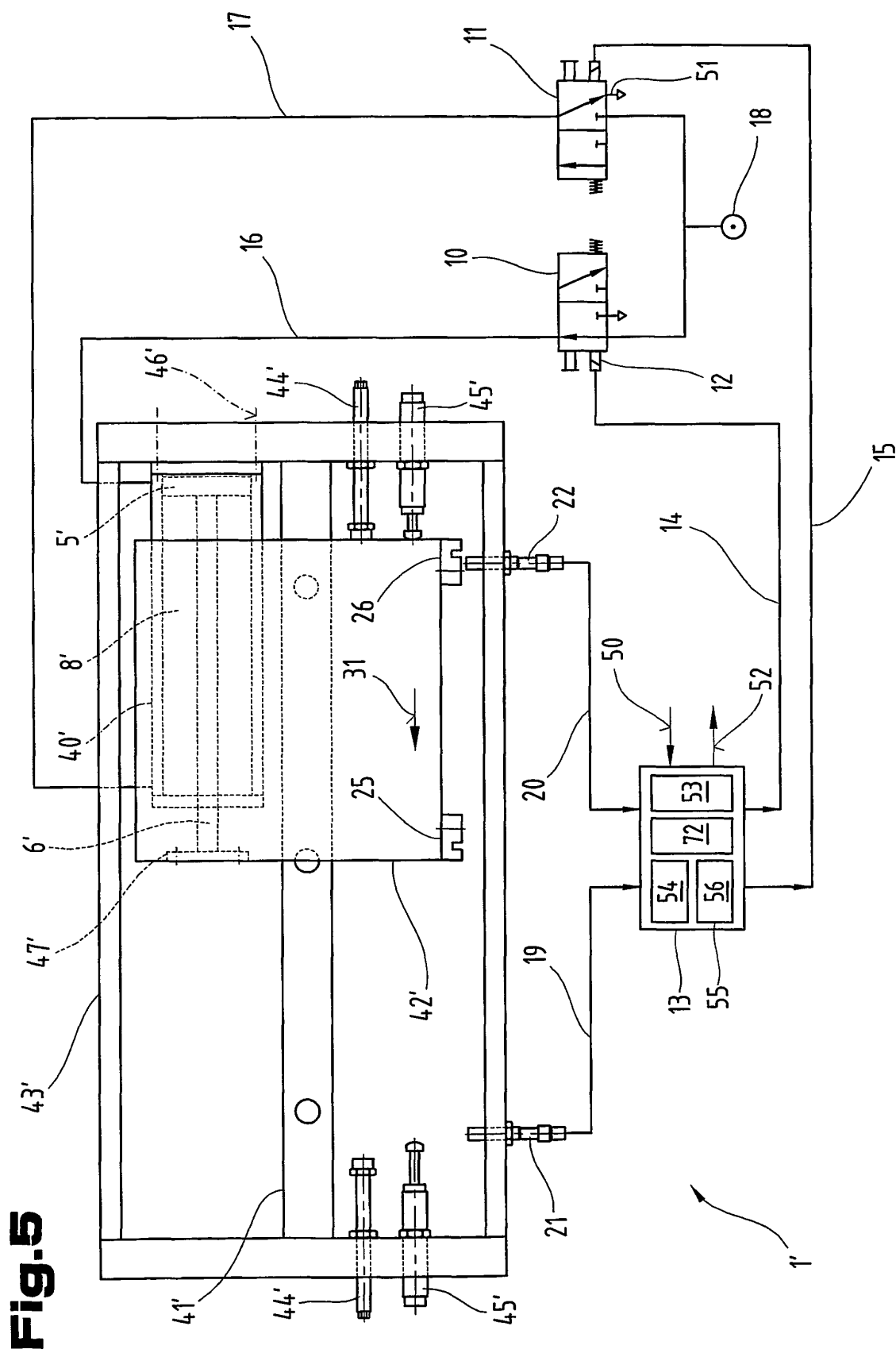


Fig.6

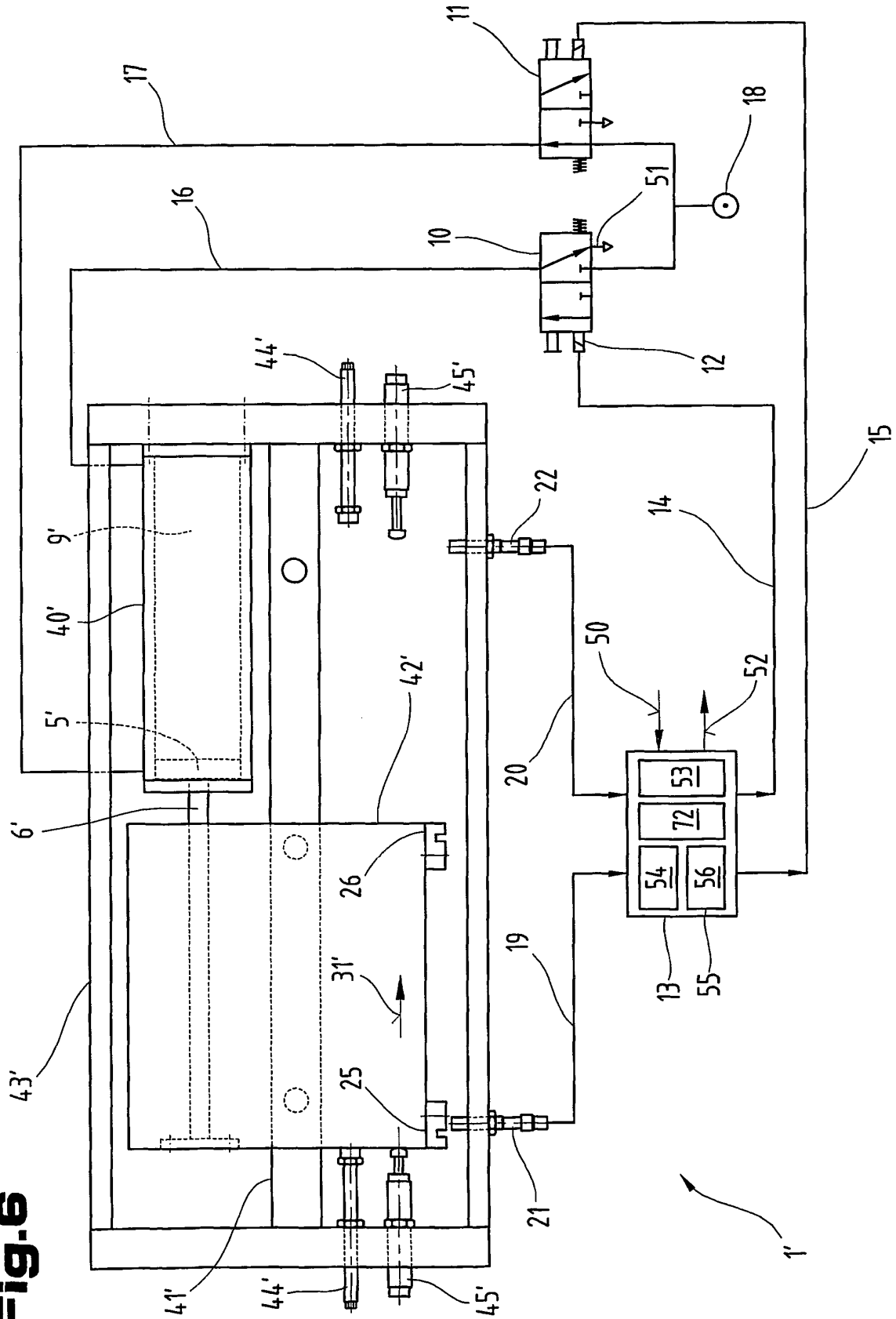


Fig.7

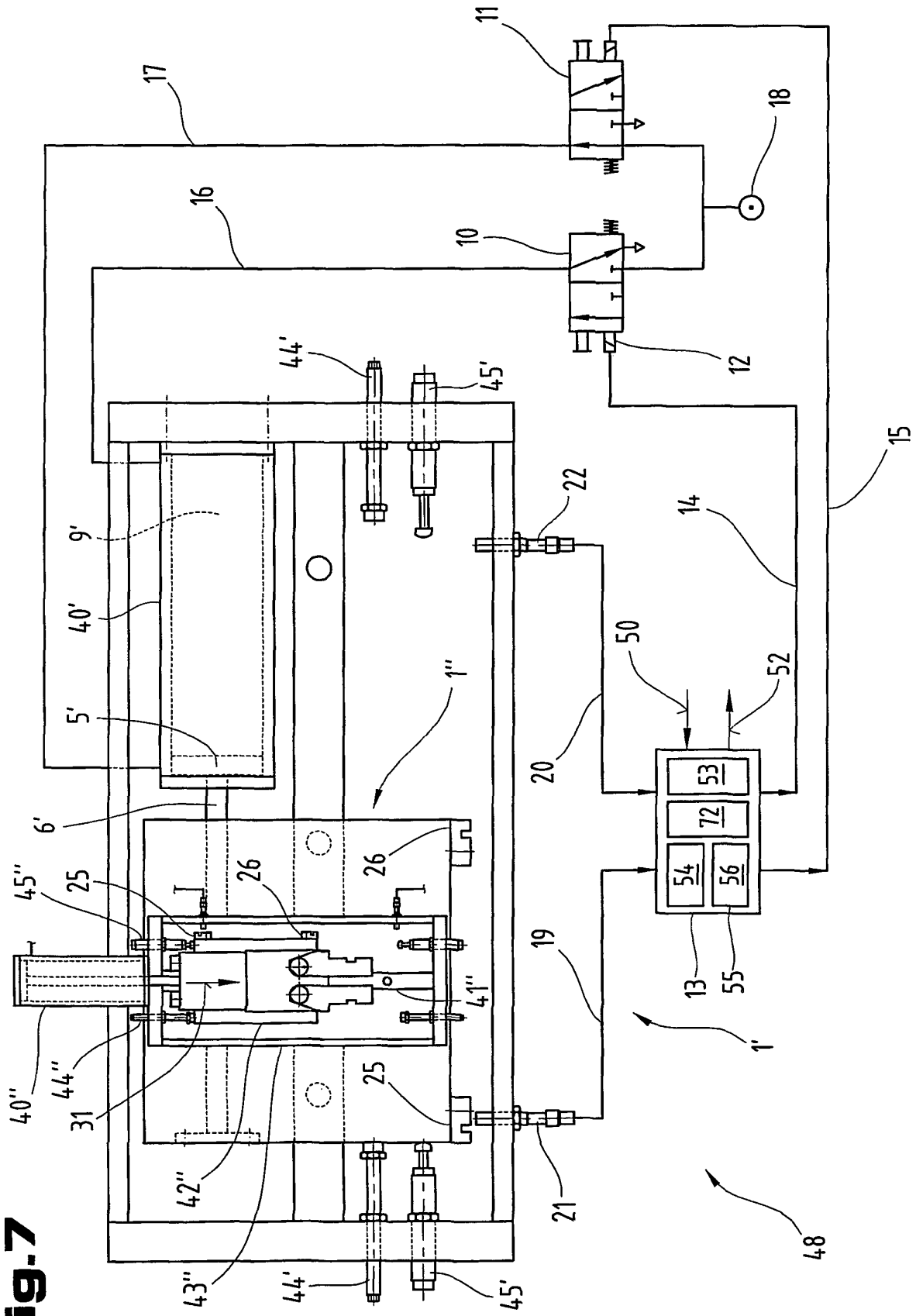


Fig.8

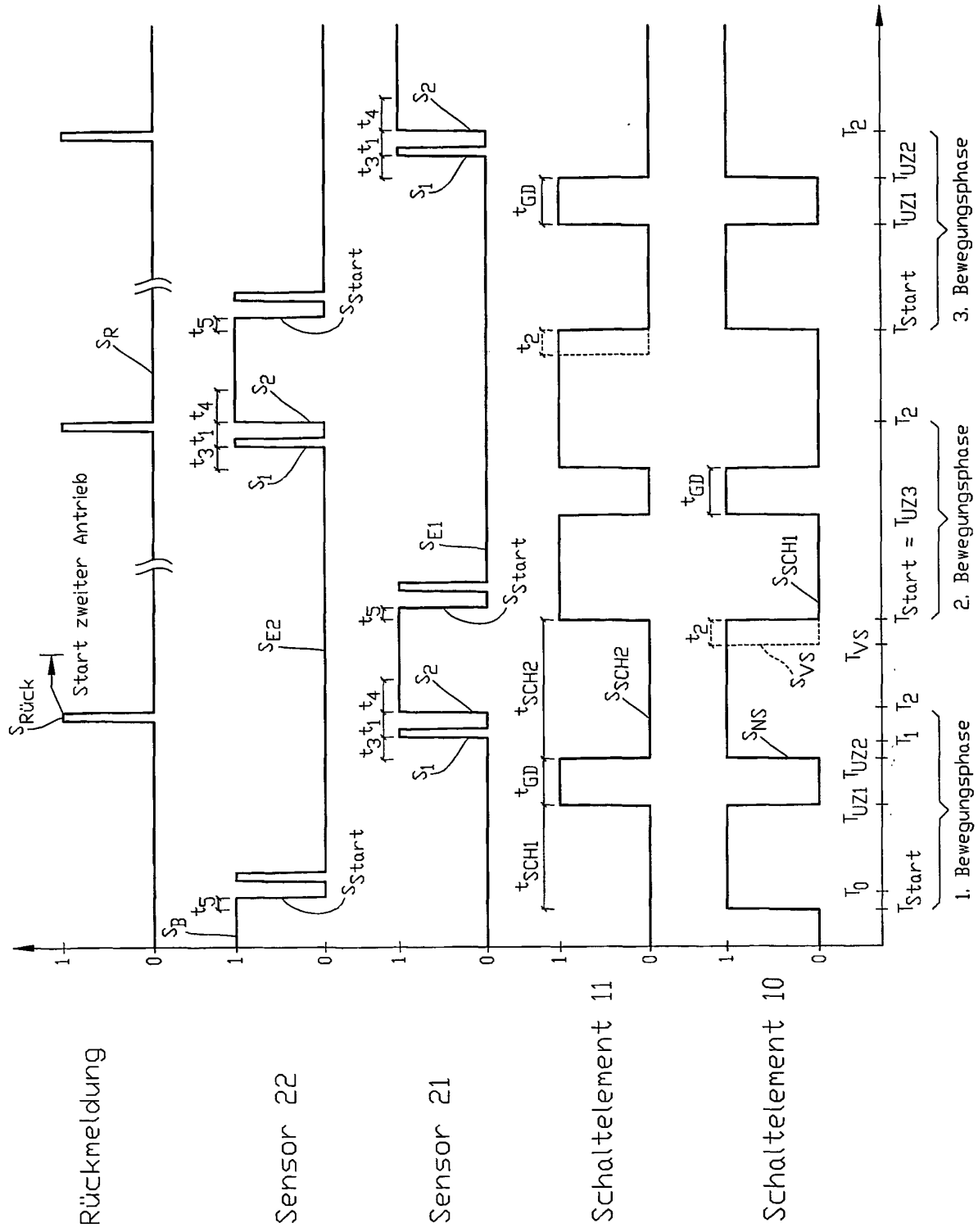


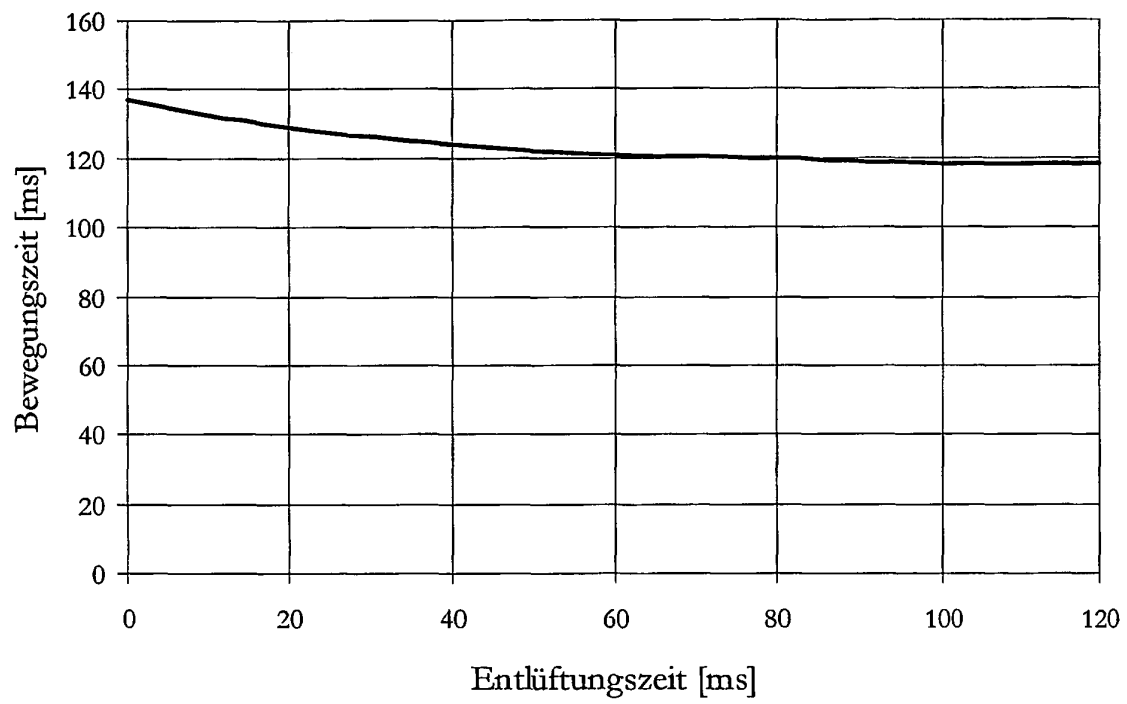
Fig.9

Fig.10

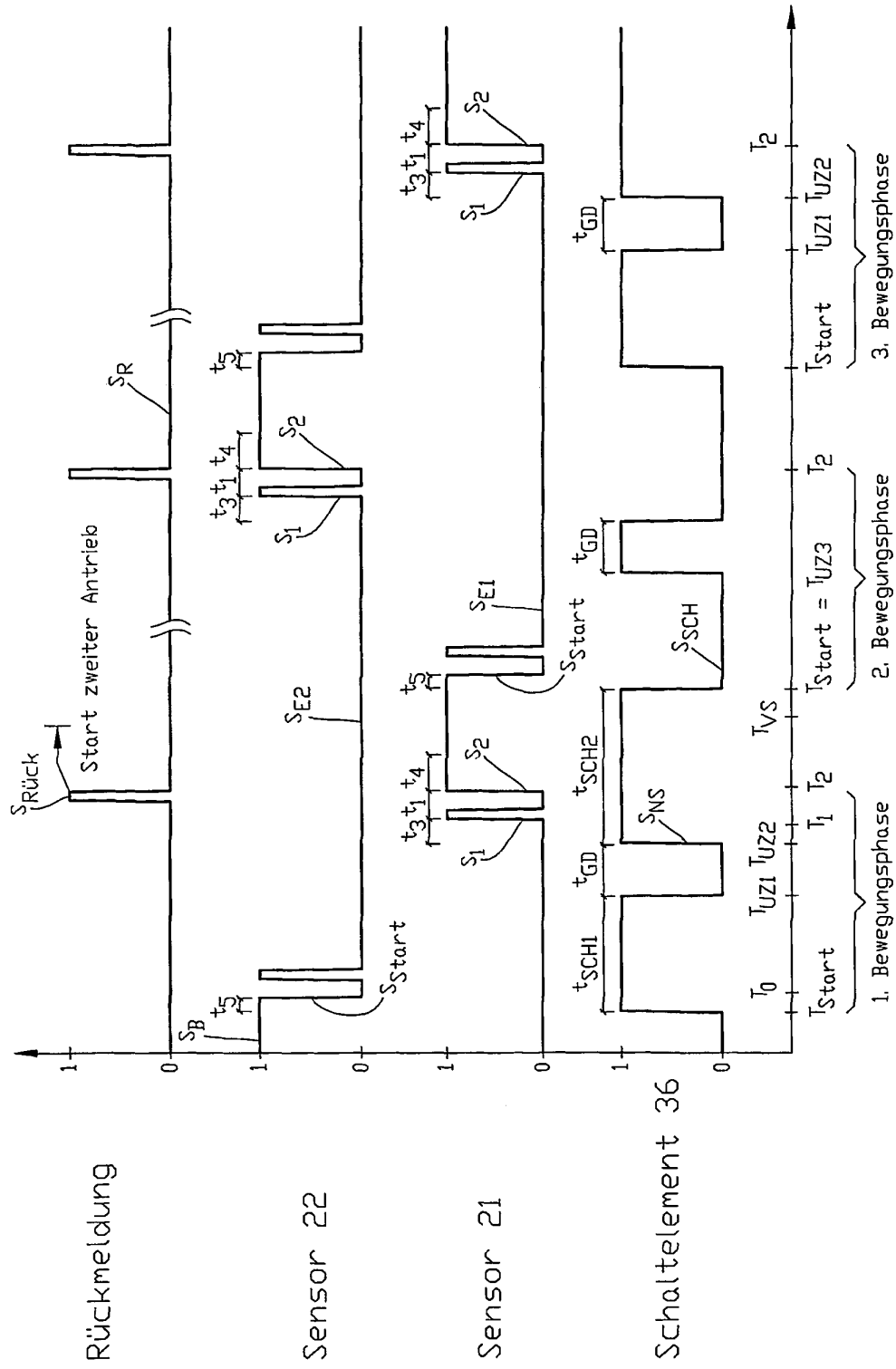


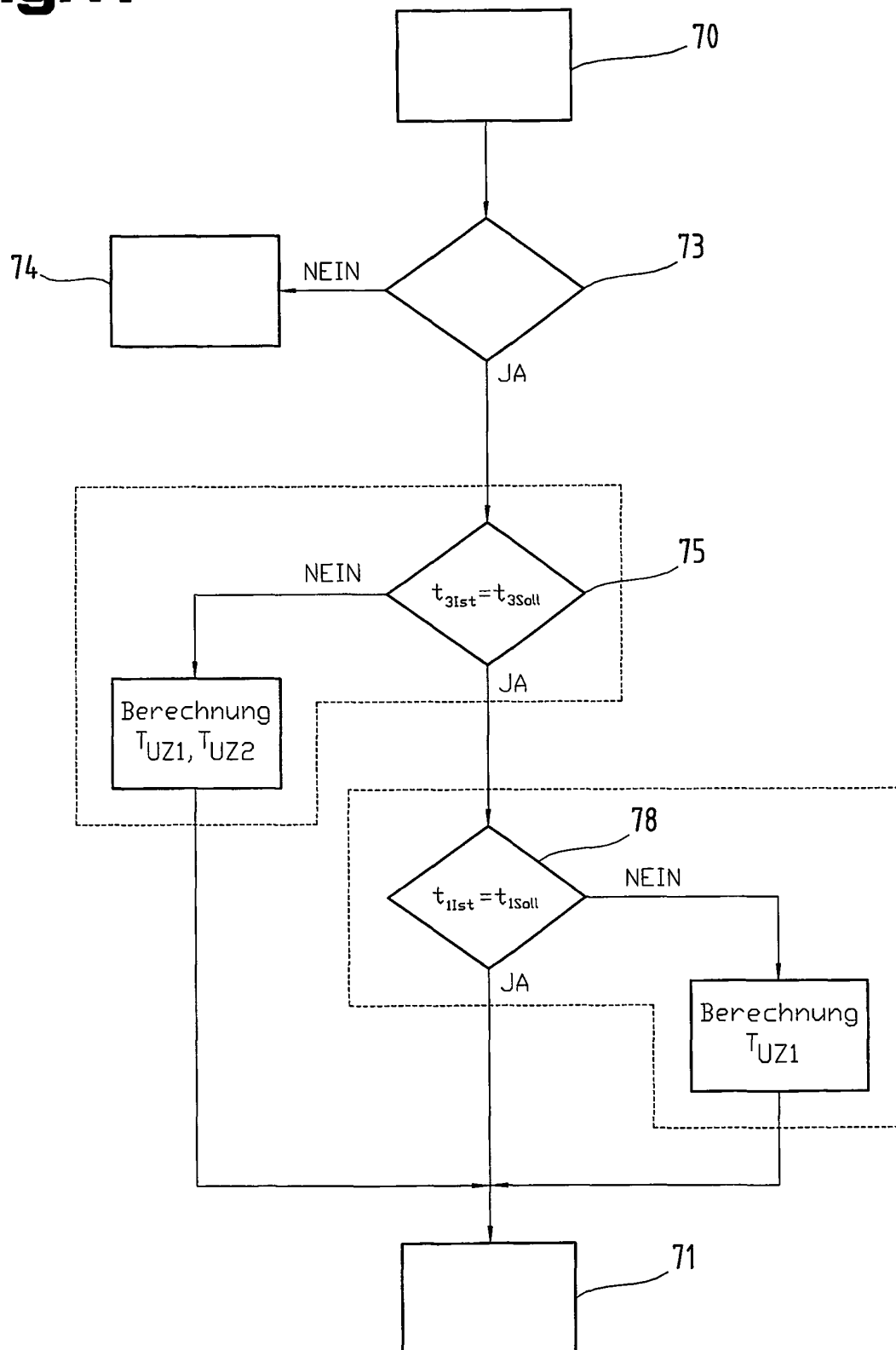
Fig.11

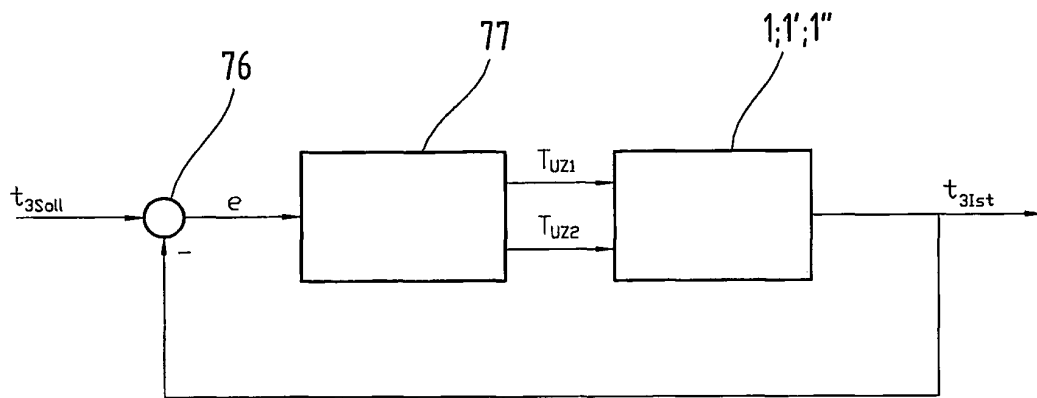
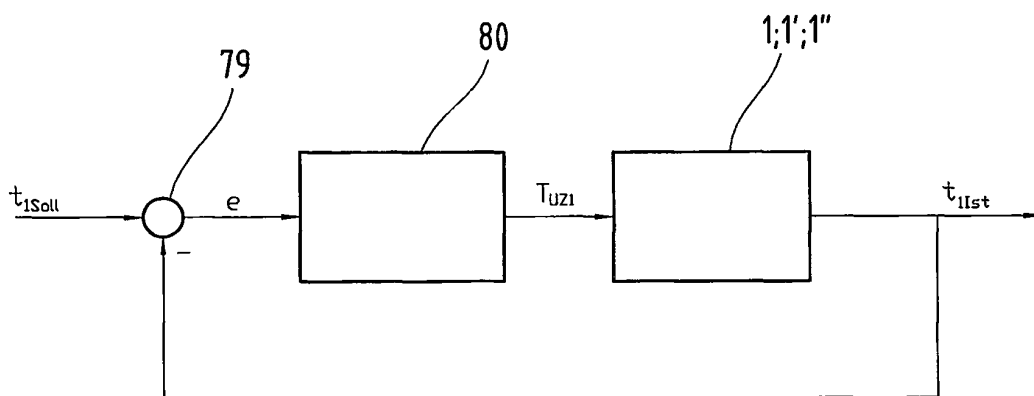
Fig.11 a**Fig.11 b**

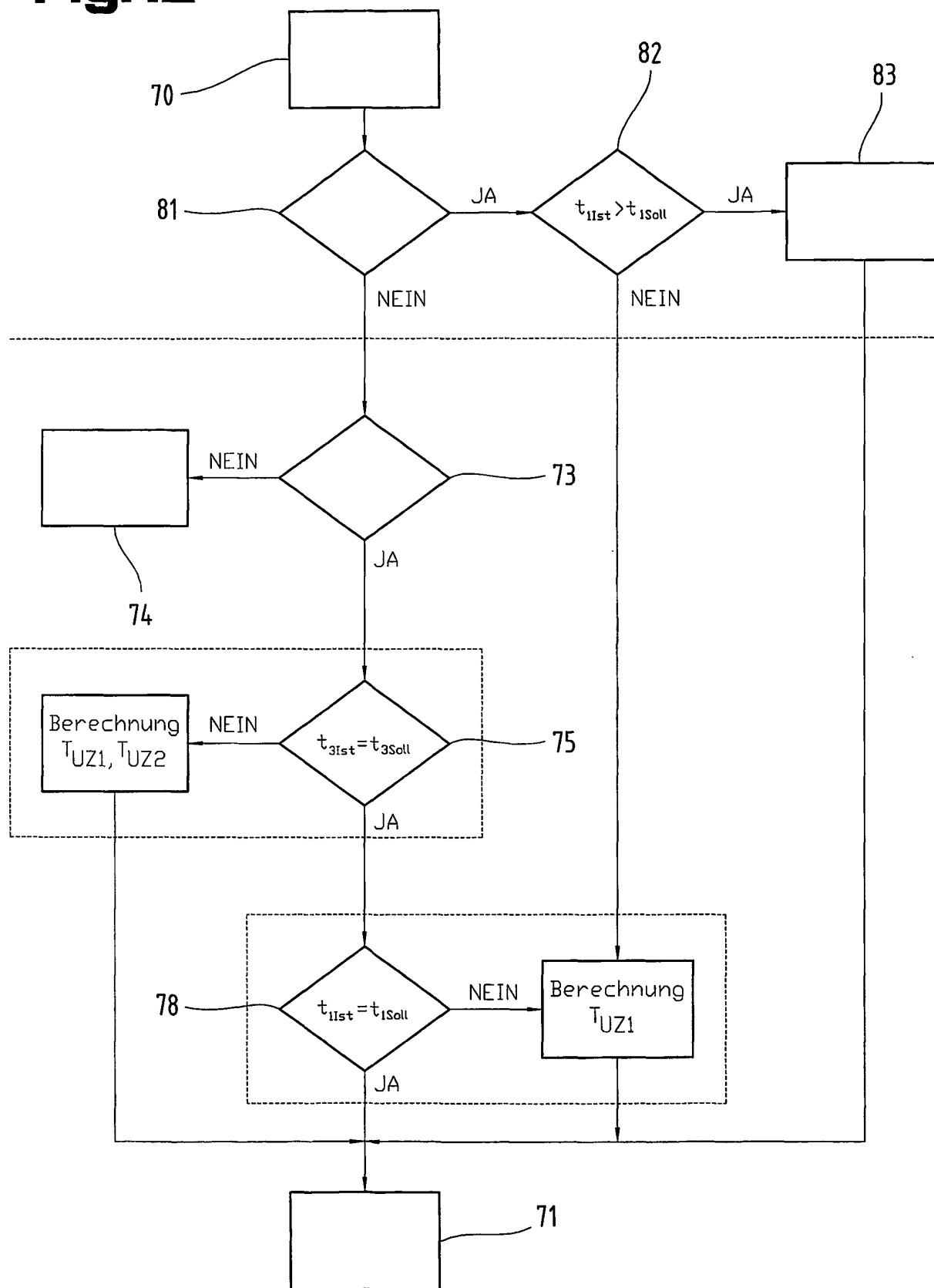
Fig.12

Fig. 12a

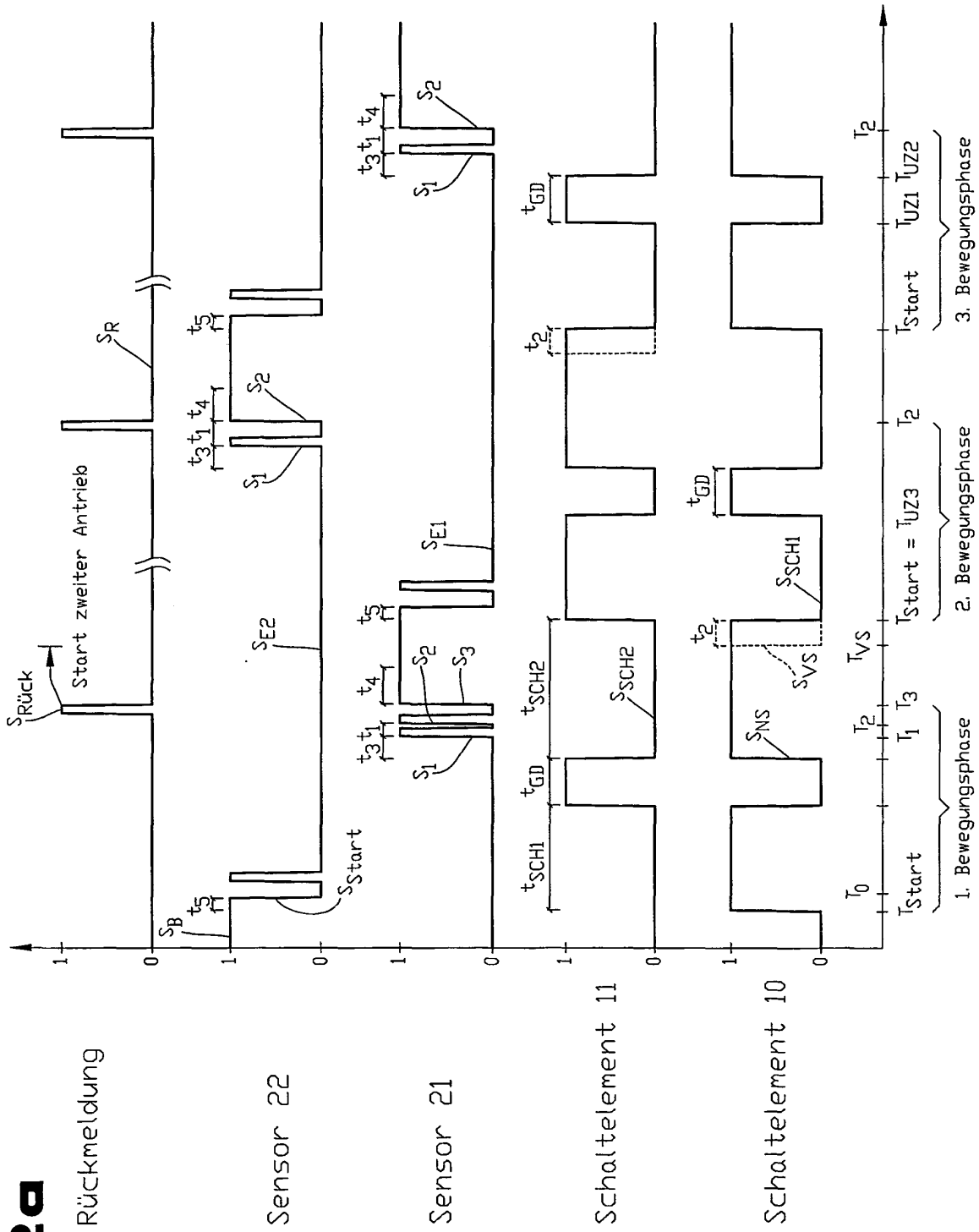


Fig. 12b

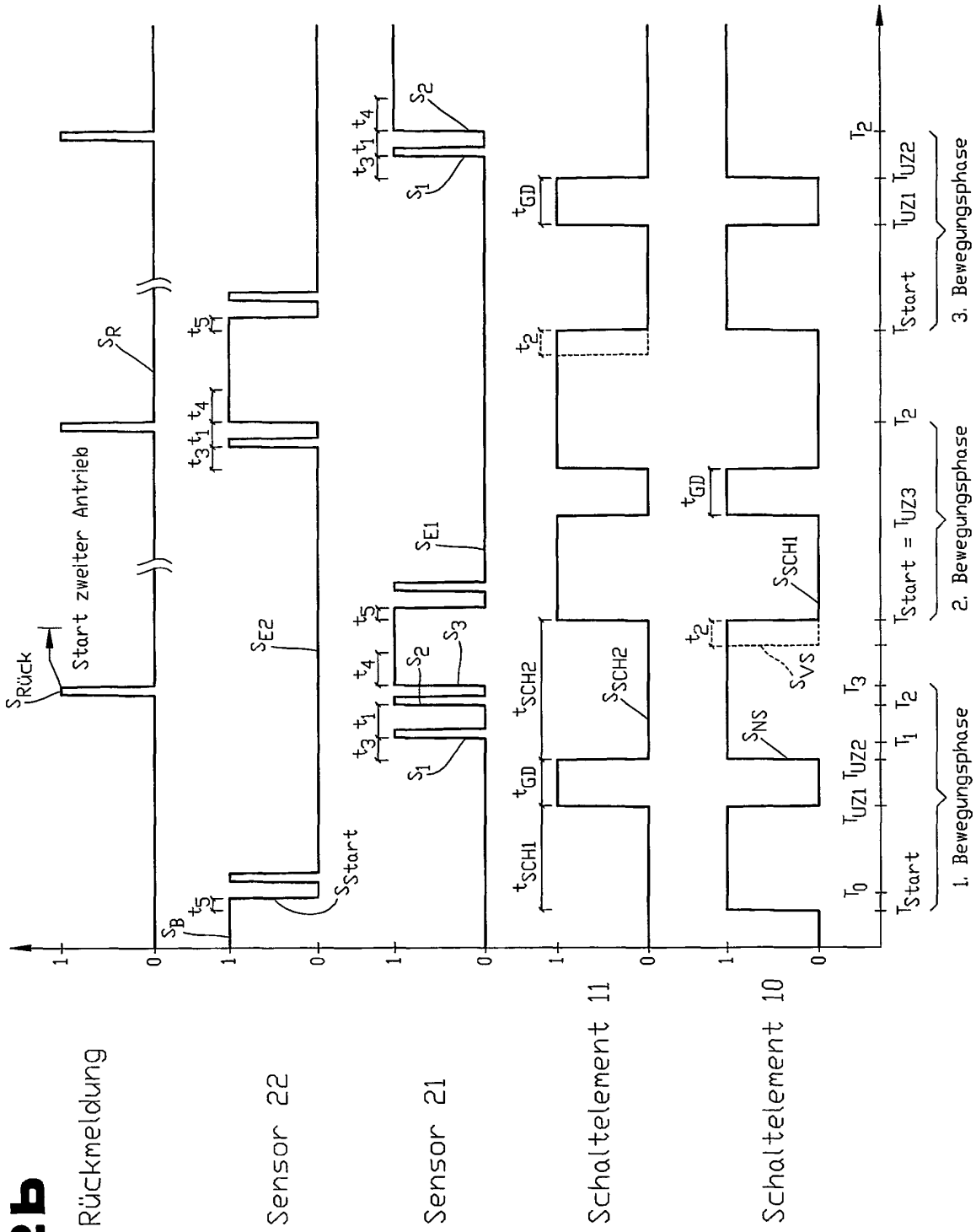


Fig. 13

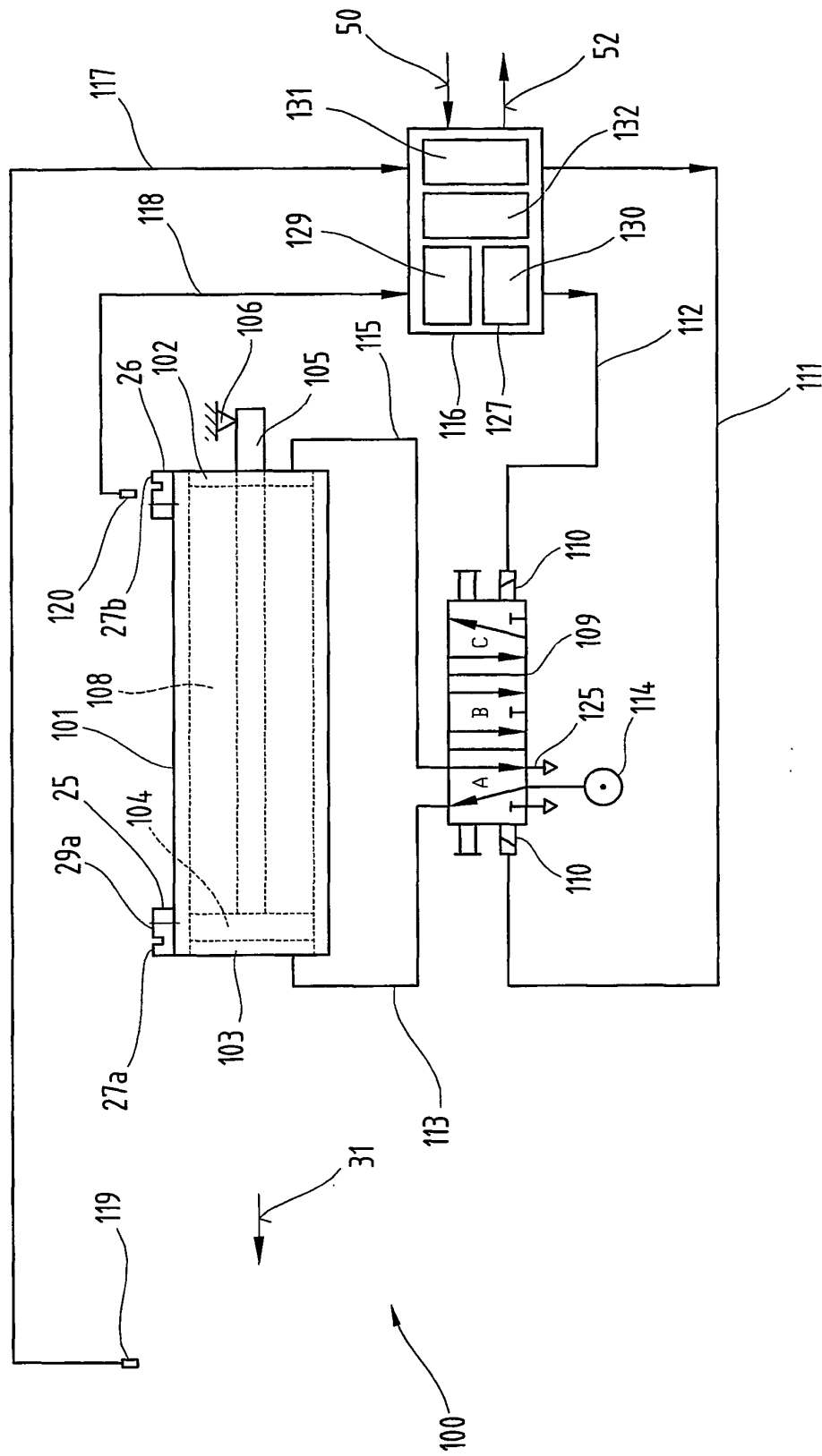


Fig. 14

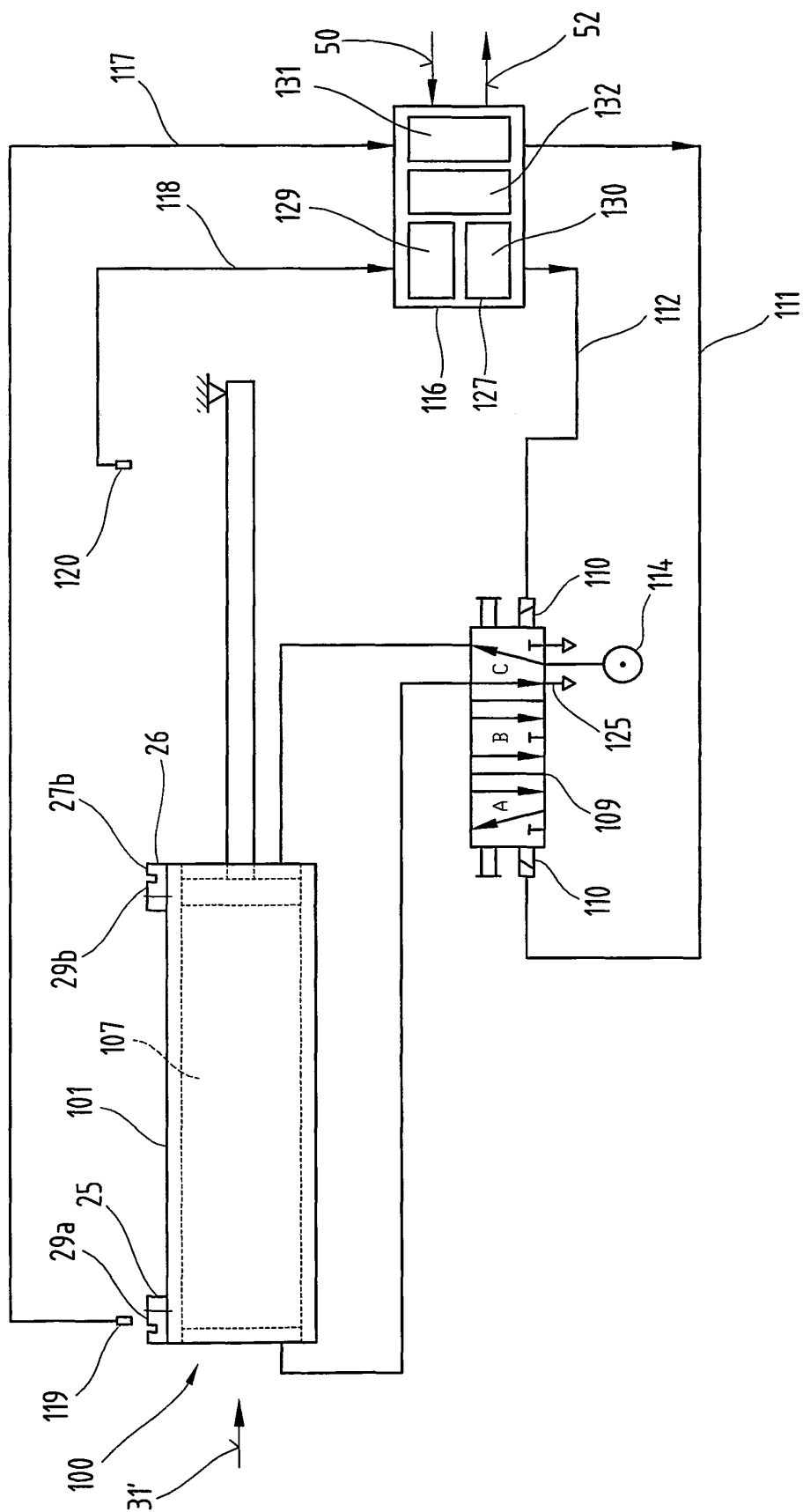


Fig. 15

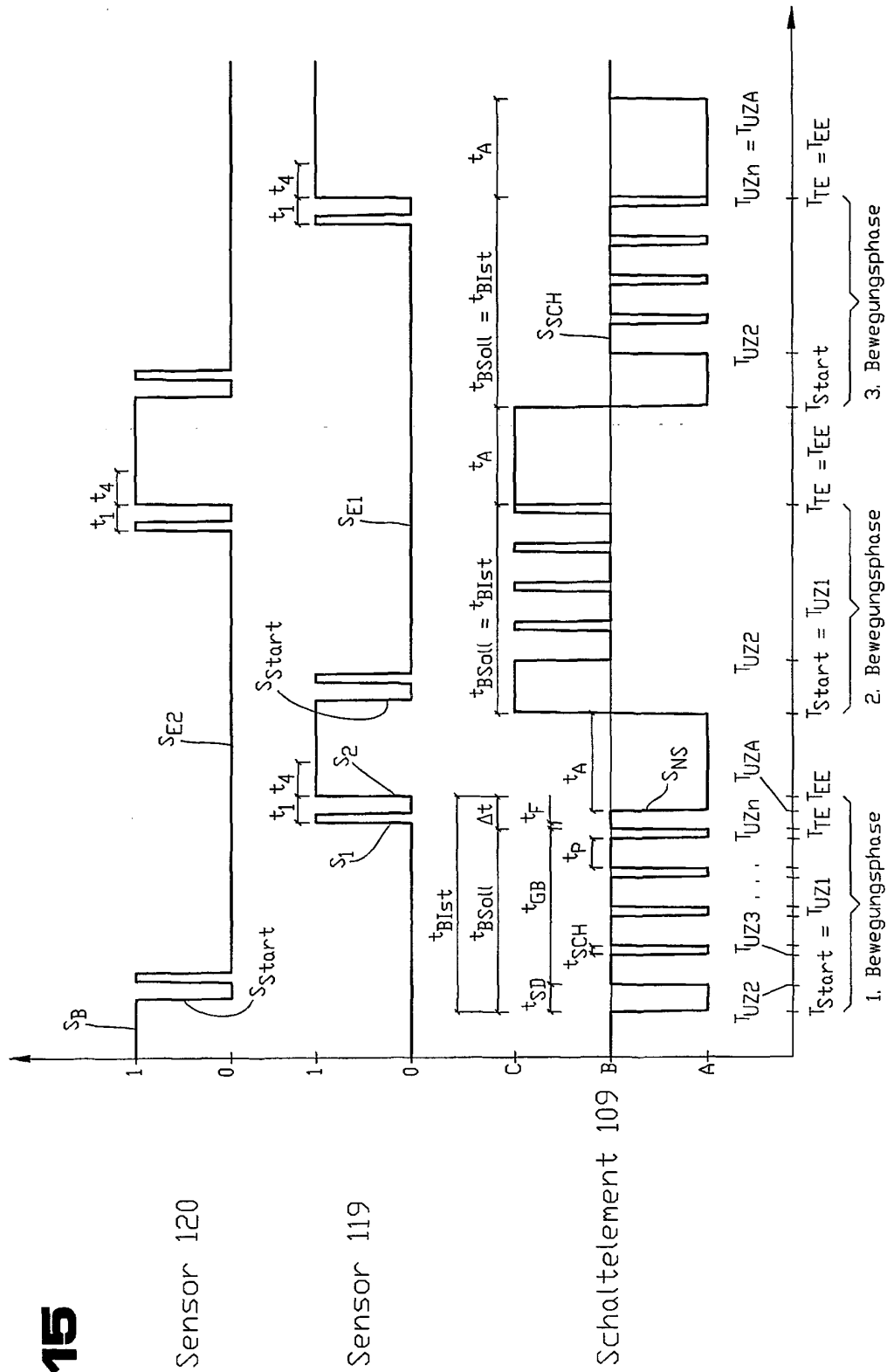


Fig.16

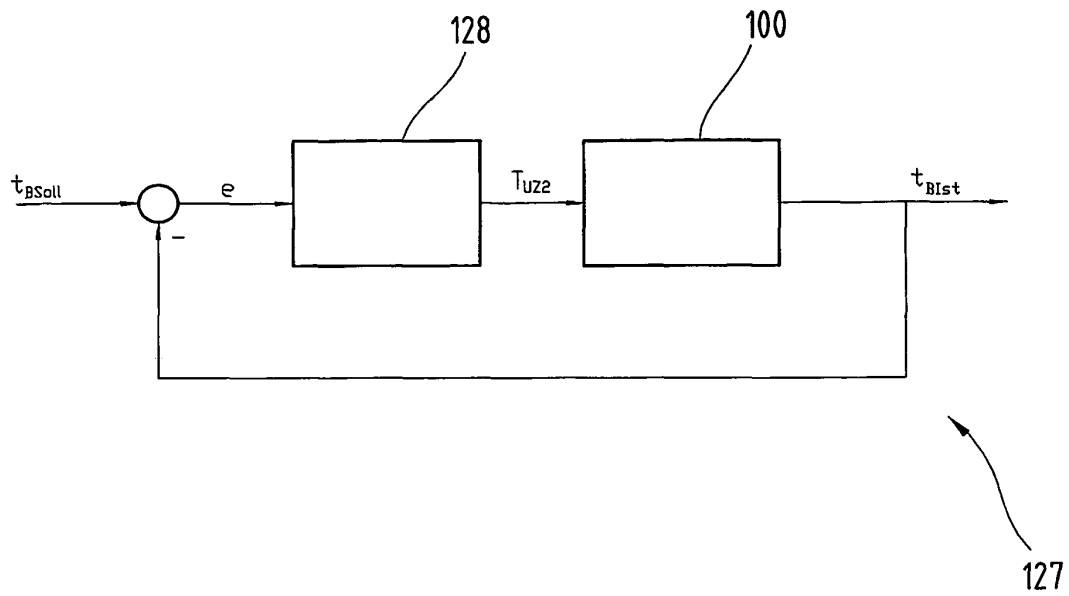


Fig.17

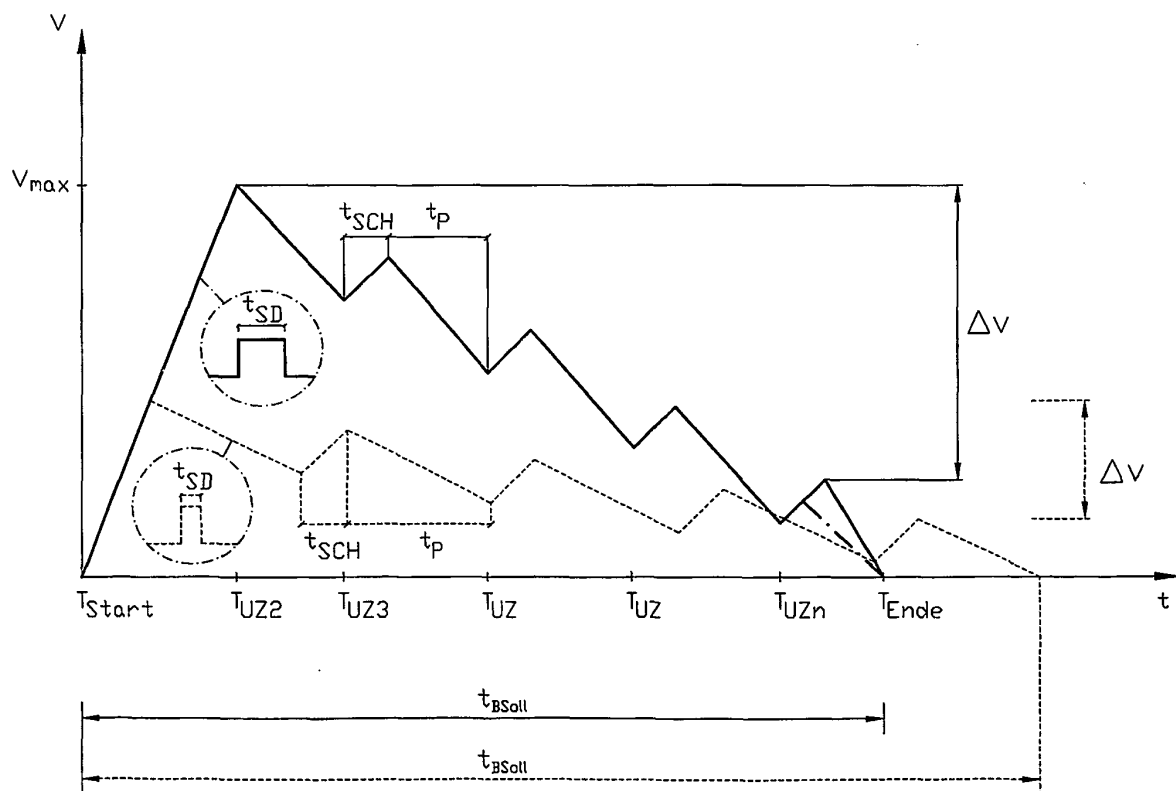
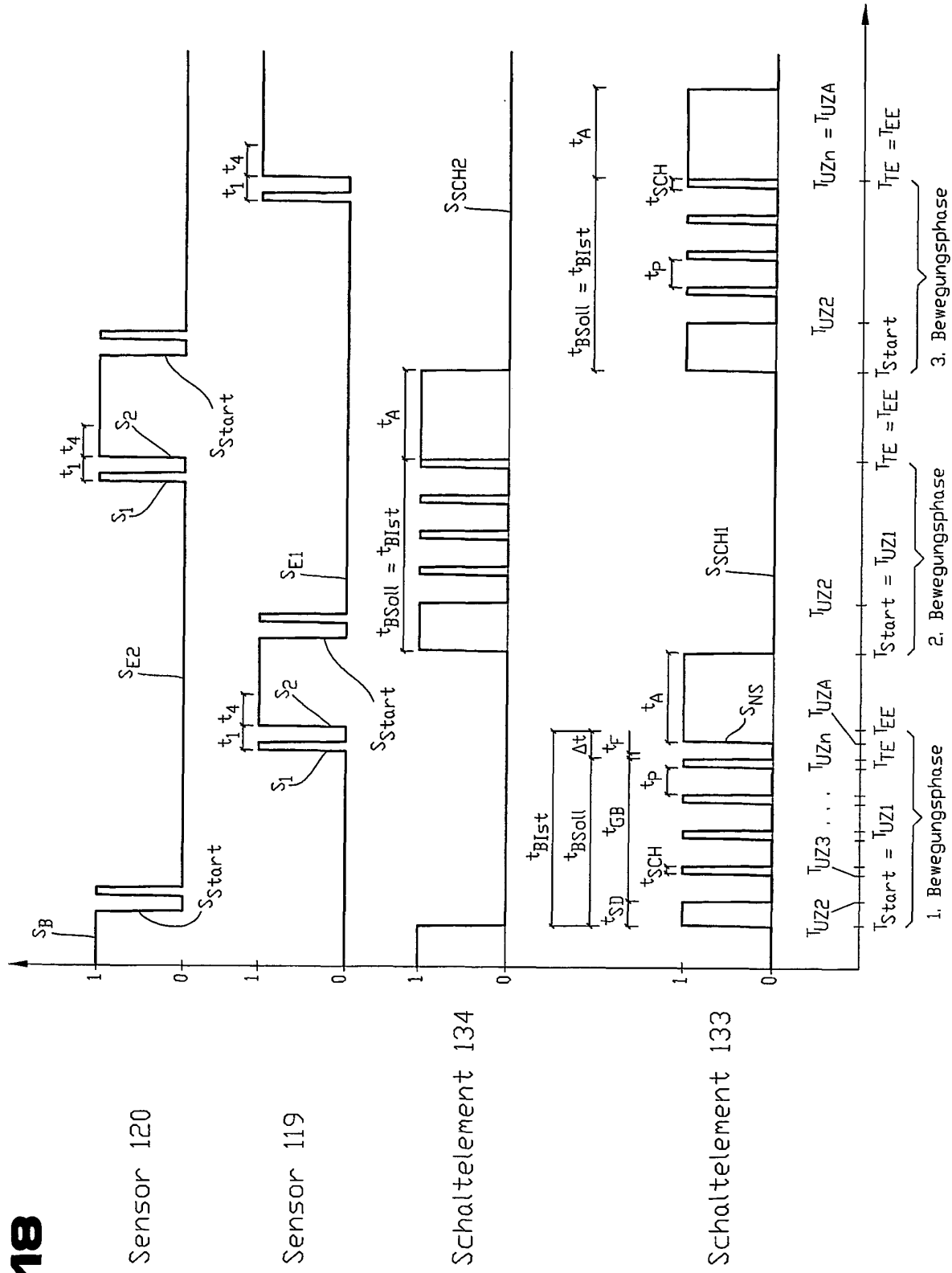


Fig. 18



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4410103 C1 [0002]
- DE 19721632 C2 [0003]
- WO 9909462 A1 [0022]