(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 501 936 A1 2006-12-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 865/2005**
(22) Anmeldetag: **20.05.2005**
(43) Veröffentlicht am: **15.12.2006**

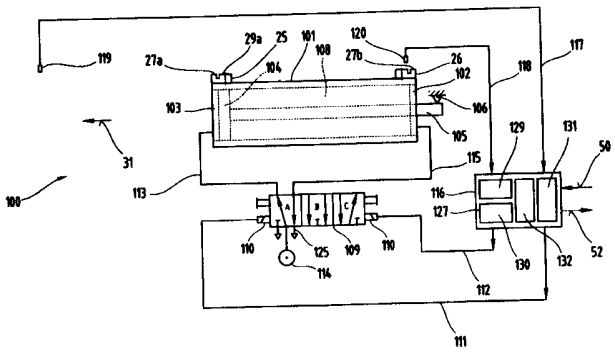
(51) Int. Cl.[8]: ***F15B 11/048*** (2006.01),
F15B 15/28 (2006.01),
G01P 3/54 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

STIWA-FERTIGUNGSTECHNIK STICHT GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4800 ATTNANG-PUCHHEIM (AT)

(54) VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES FLUIDISCH BETÄTIGTEN ANTRIEBS SOWIE EIN ANTRIEB

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen fluidisch betätigten Antrieb (100) und ein Verfahren zur Steuerung desselben mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen (Zylinder (101) und Kolben (104)), wovon ein Bauteil über ein Schaltventil (109) in eine erste und gegenläufige, zweite Bewegungsrichtung zwischen Endlagen geregelt bewegt wird. Es wird vorerst über eine Steuereinrichtung (116) ein Sollwert der Bewegungszeit (t_{BSoll}) für die Bewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage festgelegt und über Sensoren (119,120) auf der Verstellbewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage ein Istwert der Bewegungszeit (t_{BIst})erfasst und danach von einer Reglereinheit (127) zum sanften Anfahren der Endlage aus einem Soll-Ist-Vergleich zwischen der festgelegten Bewegungszeit (t_{BSoll}) und der ermittelten Bewegungszeit (t_{BIst}) ein von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten (T_{UZ1}, T_{UZ2}), des Schaltventils (109) berechnet. Anhand der Umschaltzeitpunkte (T_{UZ1}, T_{UZ2}) wird eine Steuerungsdauer (t_{SD}) eines Startimpulses durch Änderung des Umschaltzeitpunktes in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung eingestellt.



AT 501 936 A1 2006-12-15

005207

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen fluidisch betätigten Antrieb (100) und ein Verfahren zur Steuerung desselben mit relativ zueinander verstellbaren Bauteilen, wovon ein Bauteil über ein Schaltelement (109) in eine erste und gegenläufige, zweite Bewegungsrichtung zwischen Endlagen geregelt bewegt wird. Es wird vorerst über eine Steuereinrichtung (116) ein Sollwert der Bewegungszeit (t_{BSoll}) für die Bewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage festgelegt und über Sensoren (119, 120) auf der Verstellbewegung des Bauteils von der einen Endlage in die andere Endlage ein Istwert der Bewegungszeit (t_{BIst}) erfasst und danach von einer Reglereinheit (127) 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 einen von zwei zeitlich aufeinander folgenden Umschaltzeitpunkten des Schaltelementes (109) berechnet. Anhand der Stellgröße wird eine Steuerungsdauer (t_{SD}) eines Startimpulses durch Änderung des Umschaltzeitpunktes in der auf die erste Bewegungsphase nachfolgenden, weiteren Bewegungsphase des Bauteils in dieselbe Bewegungsrichtung eingestellt.

Für die Zusammenfassung Fig. 1 verwenden.

Die Erfindung betrifft einen fluidisch betätigten Antrieb sowie ein Verfahren zur Steuerung desselben, wie in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 9 beschrieben.

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.

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.

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.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Maßnahmen und Merkmale der Ansprüche 1 und 9 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 Wirkbereich desselben und besteht deshalb ein hohes Gefahrenpotential, welches durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen nahezu vollständig ausgeschalten 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.

Vorteilhaft sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 und 3, da durch den gepulsten Betrieb der Energiebedarf niedrig gehalten und eine Verzögerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Bauteils bis zum Erreichen seiner Endlage gezielt eingestellt wird.

Gemäß der Maßnahme nach Anspruch 4 wird eine einfache Regelung des Antriebs ermöglicht.

Die Maßnahme nach Anspruch 5 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.

Eine vorteilhafte Maßnahme ist auch im Anspruch 6 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.

Von Vorteil sind auch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 7 und 8, 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 8, die tatsächliche Bewegungszeit des Bauteils verkürzt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Anspruch 10 beschrieben, die eine zuverlässige Betriebsweise des Antriebs ermöglicht.

Schließlich ist auch die Ausbildung nach Anspruch 11 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 Nachschaltimpulses der Bauteil die Endlage nicht erreicht hat und eine von der Steuereinrichtung oder der übergeordneten Steuerung vorgegebene Zeitspanne verstrichen und ein Grenzwert ü-

berschritten 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.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Anspruch 12, 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 Bewegungszeit des Bauteils 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.

Gemäß Anspruch 13 kann nun jede beliebige Position über den Verstellweg des bewegbaren Bauteils des Antriebs angefahren werden, wofür nur einer der oder beide Festanschläge und/oder eine Steuerleiste und ein dieser zugeordneter Sensor verstellt werden müssen. Beispielsweise kann nun auch eine Mittelstellung am Antrieb sanft angefahren werden.

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

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Antriebs in seiner rechten Ausgangslage, in vereinfachter 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 Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und des Schaltelementes für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 1 und 2;

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Reglereinheit zur erfindungsgemäßen Steuerung des Antriebs nach der Fig. 1;

Fig. 5 Geschwindigkeitsverläufe für den Bauteil zu unterschiedlichen Regelungsfällen eines Startimpulses, in vereinfachter Darstellung;

Fig. 6 ein Blockschaltbild des Antriebs in seiner rechten Ausgangslage mit einer anderen Ausführung zu seiner fluidischen Ansteuerung, in vereinfachter Darstellung;

Fig. 7 der Antrieb nach Fig. 6 in seiner linken Endlage;

Fig. 8 ein Zeitdiagramm der Signalverläufe der Sensoren und der Schaltelemente für verschiedene Bewegungsphasen des Antriebs nach den Fig. 6 und 7;

Fig. 9 ein Blockschaltbild mit einer anderen Ausführung des erfindungsgemäßen Antriebs in seiner rechten Ausgangslage;

Fig. 10 der Antrieb nach Fig. 9 in seiner linken Endlage.

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.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 1 bis 6 ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Ansteuerung eines Antriebs 100 gezeigt. Fig. 1 zeigt den Antrieb 100, der 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. Das fluidische Druckmittel ist Druckluft oder Hydrauliköl. Die Kolbenstange 105 ist über ein entsprechendes Festlager 106 ortsfest gelagert, sodass der Hubzylinder 101 den beweglichen Bauteil und der Stell-

kolben 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.

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. 3 aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH} des Schaltelementes 109 ersichtlich ist.

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 Sensoren 119, 120 sind beispielsweise durch induktiv wirkende Sensoren gebildet. 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. Die Endlagen sind durch, die Festanschläge bildenden Stirnwände 102, 103 festgelegt. Diese Sensoren 119, 120 wirken mit Schaltfahnen 27a, b von Steuerleisten 25, 26 zusammen, die an den gegenüberliegenden Enden des bewegbaren Bauteils, daher dem Hubzylinder 101, befestigt sind.

Die Steuerleiste 25, 26, wie sie in Fig. 1a vergrößert dargestellt ist, ist durch einen prismatischen Block gebildet und weist an seiner dem Sensor 119, 120 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 100 – gemäß Pfeil 31 in Fig. 1 – hintereinander angeordnet. Die Länge der Schaltfahne 27a, b ist durch die in Bewegungsrichtung – gemäß Pfeil 31 – betrachtet, 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 – betracht, 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 100 – 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 119, 120 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 119, 120 austritt, wie dies noch genauer beschrieben wird.

Die in 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.

Fig. 3 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.

Zum Startzeitpunkt T_{Start} wird vorerst über eine übergeordnete Steuerung (nicht dargestellt) der elektronischen Steuereinrichtung 116 ein Startsignal übermittelt, wie in den Fig. 1 und 2 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) umgeschalten 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. 1 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.

Durch Aktivierung des Schaltelements 109 wird die erste Bewegungsphase eingeleitet, wie dies im Nachfolgenden näher beschrieben wird. Zweckmäßig wird mit der Aktivierung des ersten Schaltelements 109 von der Steuereinrichtung 116 an die übergeordnete Steuerung ein Bestätigungssignal übermittelt, wie dies durch den Pfeil 52 angedeutet ist. Mit diesem Vorgehen wird ein ordnungsgemäßer Betrieb bestätigt.

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. 3 gezeigte Signalverlauf ausgelöst. Liegt zum Startzeitpunkt T_{Start}

der Endlagenabschnitt 29b der Steuerleiste 26 dem Wirkbereich des Sensors 120 gegenüber, gibt der Sensor 120 an die Steuereinrichtung 116 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 116 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 100 ermöglicht. Sollte das Bestätigungssignal S_B zum Startzeitpunkt T_{Start} noch nicht an der Steuereinrichtung 116 abgegeben worden sein, wird an einer Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 131 der Steuereinrichtung 116 und/oder an der übergeordneten Steuerung eine Fehlermeldung in Form eines optischen und/oder akustischen Signals ausgegeben.

Nach dem Bewegungsbeginn des Bauteils verlässt der Endlagenabschnitt 29b den Wirkbereich des in der Start-Endlage angeordneten Sensors 120 und wird an der Steuerkante 33b zum Zeitpunkt T_0 ein Startsignal S_{Start} ausgelöst und an die Steuereinrichtung 116 übermittelt.

Der in der anzufahrenden Ziel-Endlage angeordnete Sensor 119 wird von der an diesen vorbeibewegten Steuerleiste 25 geschalten. Tritt die Schaltfahne 27a mit ihrer Steuerkante 32a in den Wirkbereich des ortsfesten Sensors 119 ein, löst diese ein erstes Messsignal S_1 zum Zeitpunkt T_1 aus, welches über die Signalleitung 117 an die Steuereinrichtung 116 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 119 und löst ein zweites Messsignal S_2 im Sensor 119 aus, welches ebenfalls über die Signalleitung 117 an die Steuereinrichtung 117 übermittelt wird. Mit dem Zeitpunkt T_2 ist das Bewegungsende erreicht. Wie in der Fig. 3 ersichtlich, werden die steigenden Signalflanken 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 119, 120 stets dieselbe Zeitspanne t_1 gemessen wird und eine unkomplizierte Montage der Sensoren 119, 120 am Antrieb 100 möglich ist. Das durch die Steuerkante 34a der Schaltfahne 27a am Sensor 119 ausgelöste Messsignal wird zwar als fallende Signalflanke erfasst, jedoch nicht ausgewertet. Die Steuereinrichtung 116 ermittelt aus der Zeitdifferenz zwischen den Messsignalen S_1, S_2 eine Zeitspanne t_1.

Die eingetragene Zeitspanne t_4 wird zum Zeitpunkt T_2 ausgelöst und endet zu einem späteren Zeitpunkt, in welchem sichergestellt ist, dass sämtliche Rechenoperationen einer Reglereinheit 127 abgeschlossen sind und eine Regelabweichung bzw. Stellgröße für die nächste Bewegungsphase in dieselbe Bewegungsrichtung zur Verfügung stehen. Diese Zeitspanne t_4 kann beispielsweise fest vorgegeben werden und ist in einem Speicher 129 ablegt. Nach Abschluss der Berechnungen der Regelabweichungen generiert die Steuereinrichtung 116 ein Freigabesignal, mit welchem die zweite Bewegungsphase des Bauteils von der Steuereinrichtung 116 oder übergeordneten Steuerung gestartet werden kann. Diese Ausführung kommt zur Anwendung, wenn aufgrund des Bewegungsablaufs des Antriebs 100 bekannt ist, dass zwischen der ersten und zweiten Bewegungsphase des Antriebs 100 der Bauteil in der jeweiligen Endlage für eine bestimmte Zeit verharrt, innerhalb welcher die Berechnungen der Regelabweichungen und aller anderen mathematischer Funktionen abgeschlossen werden können. Diese Anwendung entspricht dem üblichen Gebrauch des erfindungsgemäßen Antriebs 100 als Achse eines Mehrachs-Handhabungssystems, wonach die Rechnerleistung der Steuereinrichtung 116 niedriger ausgelegt werden kann.

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 entsprechende Stellgröße und sonstigen Rechenergebnisse 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.

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. Anderseits 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.

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. 4 ersichtlich.

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.

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.

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.

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. 3 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 alleinig auf Grund seiner Massenträgheit antriebslos in Bewegungsrichtung – gemäß Pfeil 31 – weiter bewegt. 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.

Wie in Fig. 3 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} ... 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.

Nach Fig. 3 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 Antriebstyp vorzugsweise unveränderbar vorgegeben und ist im Speicher 129 abgelegt. Ebenso wird die Anzahl der Schaltimpulse innerhalb der Zeitspanne t_{GB} abhängig vom Antriebstyp 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. 1 und 2 weist die Steuereinrichtung 116 die Eingabevorrichtung 131 auf.

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.

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.

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

Unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe des Bauteils sind in Fig. 5 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 Sollgeschwindig-

keit 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.

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.

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.

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 $S_Ü$ 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 angedrückt sowie in dieser mit einer Haltekraft positio-

niert 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, wie oben beschrieben.

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.

Wie Fig. 3 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.

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. 5 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 angedrückt, 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 $S_Ü$ ausgelöst. Das Nachschaltsignal S_{NS} wird nachdem der Bauteil die Endlage erreicht hat, durch Ansprechen des Sensors 119 ausgelöst und der Steuereinrichtung 116 zugeführt.

Es versteht sich, dass bei umgekehrter Bewegungsrichtung – gemäß Pfeil 31' – eine entsprechend umgekehrte Ansteuerung des Schaltelementes 109 erfolgt, wie in Fig. 3 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 unbestromtem Zustand verbracht, sodass das Schaltelement 109 zum Startzeitpunkt T_{Start} der zweiten Bewegungsphase aus der Ruhestellung in die in Fig. 2 eingetragene Betätigungsstellung (C) geschalten 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.

Natürlich besteht auch bei dieser Ausführung die Möglichkeit, dass die Druckkammern 107, 108 jeweils über ein Schaltelement 133, 134 angesteuert werden, wie in den Fig. 6 und 7 dargestellt. Diese Schaltelemente 133, 134 sind vorzugsweise durch 3/2-Wegeventile gebildet. Die Druckkammern 8, 9 sind nach dieser Ausführung über zwei getrennte Schaltelemente 133, 134 wechselweise beaufschlagbar. Die Schaltelemente 133, 134 weisen jeweils einen elektromagnetischen Steuermagnet 110 auf, der über entsprechende Steuerleitungen 111, 112 mit der elektronischen Steuereinrichtung 116 verbunden ist, die ihrerseits die Schaltelemente 133, 134 zwischen einer Ruhestellung in unbestromtem Zustand der Steuermagnete 110 und Betätigungsstellung in bestromtem Zustand der Steuermagnete 110 umschaltet. Die elektronische Steuereinrichtung 116 ist vorzugsweise über ein adressbasierendes Netzwerk, insbesondere ein Bussystem, mit einer übergeordneten Steuerung verbunden oder durch die übergeordnete Steuerung gebildet. Die Ansteuerung der Steuermagnete 110 erfolgt hierbei über die elektrischen Steuersignale der Steuereinrichtung 116, durch welche die Schaltelemente 133, 134 betätigt werden, wie dies in der Fig. 8 aus dem Signalverlauf für die Schaltstellung S_{SCH1}, S_{SCH2} der Schaltelemente 133, 134 ersichtlich ist.

Die linke Druckkammer 107 ist über die erste Druckleitung 113 mit dem ersten Schaltelement 133 und die rechte Druckkammer 108 über die zweite Druckleitung 115 mit dem zweiten Schaltelement 134 verbunden. Die Schaltelemente 133, 134 sind ihrerseits über einen entsprechenden Druckversorgungsanschluss an die Druckversorgungseinheit 114, beispielsweise eine pneumatische oder hydraulische Druckquelle, angeschlossen, durch

welche die Druckkammern 107, 108 wechselweise mit Systemdruck, beispielsweise 6 bar beaufschlagt werden.

In den Fig. 9 und 10 ist eine weitere Ausführungsvariante eines fluidisch betätigten Antriebs 100' 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. 9 dargestellt, und einer linken Endlage, wie in Fig. 10 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.

Wie in diesen Fig. weiters ersichtlich, sind am Rahmen 43' in den Endlagen einander gegenüberliegend Stoßdämpfer 45' angeordnet. Diese mechanischen Stoßdämpfer 45', sofern überhaupt welche eingesetzt werden, erfüllen vorwiegend die Aufgabe, in der Inbetriebnahme des Antriebs 100' die Stoßbelastung auf den Rahmen 43' zu reduzieren oder im Betrieb durch unvorhergesehene Störungen eine Beschädigung des Antriebs 100' zu verhindern.

Der Stellantrieb 40' ist durch eine Fluidzylinder gebildet, wie dieser in den Fig. 1 und 2 beschrieben wurde, und über eine Befestigungsvorrichtung 46 mit dem Zylindergehäuse am Rahmen 43' befestigt. Die Kolbenstange 105' des Stellantriebs 40' ist über eine weitere Befestigungsvorrichtung 47' mit dem Führungsschlitten 42' verbunden, sodass der Stellkolben 104' und der Führungsschlitten 42' bewegungsmäßig gekoppelt sind und die Ein- oder Ausfahrbewegung der Kolbenstange 105' auf den Führungsschlitten 42' übertragen wird. Die Druckkammern 107', 108' des Stellantriebs 40' sind über die Druckleitungen 113, 115 mit den Schaltelementen 133, 134 verbunden. Die Schaltelemente 133, 134 sind an die Druckversorgungseinheit 114 angeschlossen. Die Steuermagnete 110 der Schaltelemente 133, 134 sind über die Steuerleitungen 111, 112 mit der elektronischen Steuerein-

richtung 116 verbunden, die ihrerseits die Schaltelemente 133, 134 ansteuert. Die in den Fig. eingetragenen Sensoren 119, 120 sind am Rahmen 43' des Antriebs 100' befestigt und über Signalleitungen 117, 118 mit der elektronischen Steuereinrichtung 116 verbunden.

Der Führungsschlitten 42' ist auf seiner den Sensoren 119, 120 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.

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 133 über die Steuereinrichtung 116 durch Bestromen des Steuermagnetes 110 aktiviert und der bewegbare Bauteil – der Hubzylinder 101 nach Fig. 6 und der Führungsschlitten 42' nach Fig. 9 – aus seiner Ausgangslage in Richtung des Pfeils 31 von rechts nach links bzw. oben nach unten verstellt wird. Durch die Aktivierung wird das Schaltelement 133 in die in den Fig. 6; 9 dargestellte, betätigte Schaltstellung gebracht und öffnet damit die Druckleitung 113, sodass die Druckkammer 107; 108' des Antriebs 100' mit der Druckversorgungseinheit 114 verbunden und mit Systemdruck beaufschlagt wird. Das zweite Schaltelement 134 bleibt unbetätigt und ist die Druckkammer 108; 107' über die Druckleitung 115 mit einer Entlüftungsleitung 125 verbunden, sodass das in der Druckkammer 108; 107' befindliche Druckmittel bzw. Arbeitsmedium ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann. Daher ist in der rechten Endlage des bewegbaren Bauteils die Druckkammer 108; 107' von der Druckversorgungseinheit 114 getrennt.

Die erfindungsgemäße Ansteuerung erfolgt dann auf die Weise, wie bereits in Fig. 3 ausführlich beschrieben und in der Fig. 8 dargestellt ist.

Es sei noch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Steuerungsdauer t_{SD} eines Startimpulses für die dritte Bewegungsphase noch in der ersten und/oder zweiten Bewegungsphase oder während der Verweilzeit des Bauteils in der Endlage berechnet werden.

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.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus vom Antrieb 100', dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenaufstellung

25	Steuerleiste
26	Steuerleiste
27a	Schaltfahne
27b	Schaltfahne
28a	Vertiefungsnut
28b	Vertiefungsnut
29a	Endlagenabschnitt
29b	Endlagenabschnitt
30a	Bohrung
30b	Bohrung
31	Bewegungsrichtung
31'	Bewegungsrichtung
32a	Steuerkante
32b	Steuerkante
33a	Steuerkante
33b	Steuerkante
34a	Steuerkante
34b	Steuerkante
41'	Führungsvorrichtung
42'	Führungsschlitten
43'	Rahmen
44'	Festanschlag
45'	Stoßdämpfer
46'	Befestigungsvorrichtung
47'	Befestigungsvorrichtung
48	Handhabungssystem
50	Pfeil
52	Peil
100	Antrieb
100‘	Antrieb
101	Hubzylinder
102	Stirnwand
103	Stirnwand
104	Stellkolben
104‘	Stellkolben
105	Kolbenstange
105‘	Kolbenstange
106	Festlager
107	Druckkammer
107‘	Druckkammer
108	Druckkammer
108‘	Druckkammer
109	Schaltelement
110	Steuermagnet
111	Steuerleitung
112	Steuerleitung
113	Druckleitung
114	Druckversorgungseinheit
115	Druckleitung
116	Steuereinrichtung
117	Signalleitung
118	Signalleitung
119	Sensor
120	Sensor
125	Entlüftungsleitung
127	Reglereinheit
128	Regler
129	Speicher
130	Rechnerbaustein
131	Ein- und/oder Ausgabevorrichtung
132	Überwachungseinrichtung
133	Schaltelement
134	Schaltelement

Patentansprüche

1. 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.

2. Verfahren nach Anspruch 1, 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.

3. Verfahren nach Anspruch 2, 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.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass über die Steuereinrichtung (116) oder die übergeordnete Steuerung die Anzahl und/oder die Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse fest vorgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 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 Änderdung der Anzahl und/oder der Dauer (t_{SCH}) der Schaltimpulse ein optimaler Bewegungszustand am Antrieb (100) eingestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 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.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 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 ($S_Ü$) 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.

8. Verfahren nach Anspruch 7, 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.

9. Fluidisch betätigter Antrieb (100) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 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 Bewegungs-

richtung (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.

10. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (116) zusätzlich eine Überwachungseinrichtung (132) zur Erzeugung eines Überwachungssignals ($S_Ü$) und Auswertung einer ersten und zweiten Zeitspanne (t_F) aufweist.

11. Antrieb nach Anspruch 9, 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.

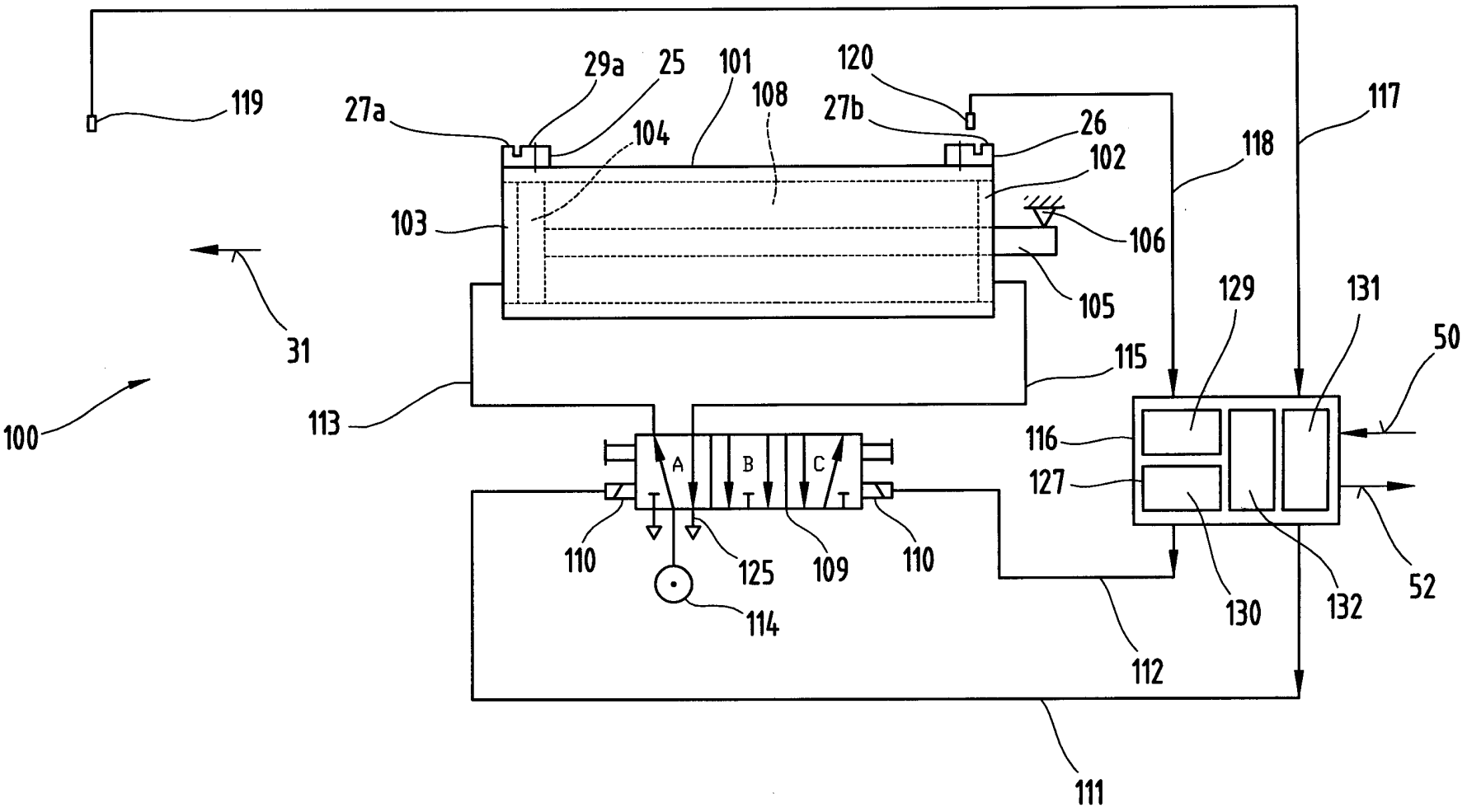
12. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (13) und/oder das wenigstens eine Schaltelement (109; 133, 134) auf einen der Bauteile aufgebaut oder in einem der Bauteile integriert angeordnet ist.

13. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Endlagen durch Veränderung der Position eines Festanschlages (102, 103) und/oder einer Steuerleiste (25, 26) und eines dieser zugeordneten Sensors (119, 120) einstellbar ist.

STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.
durch

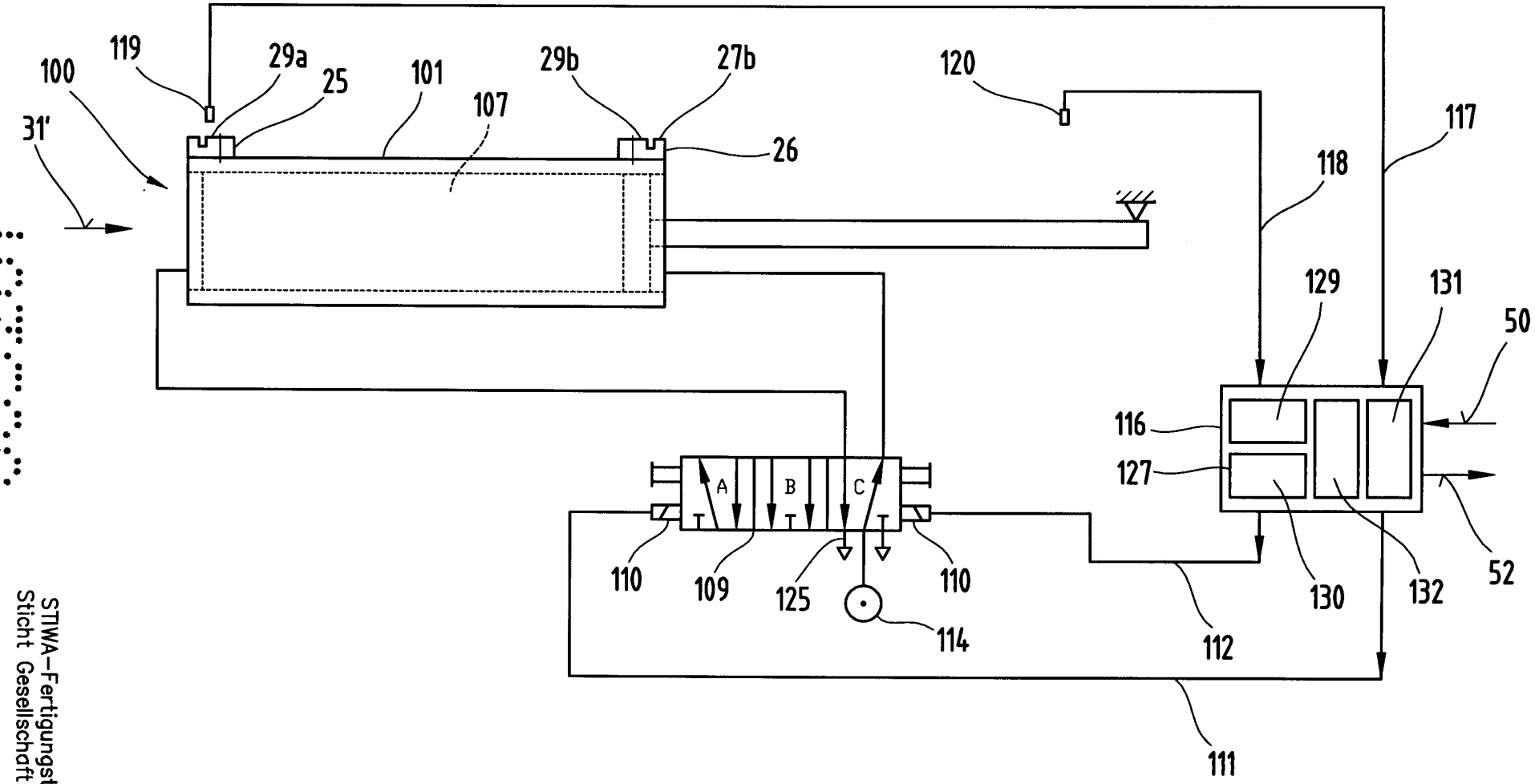
(Dr. Ofner)

Fig.1



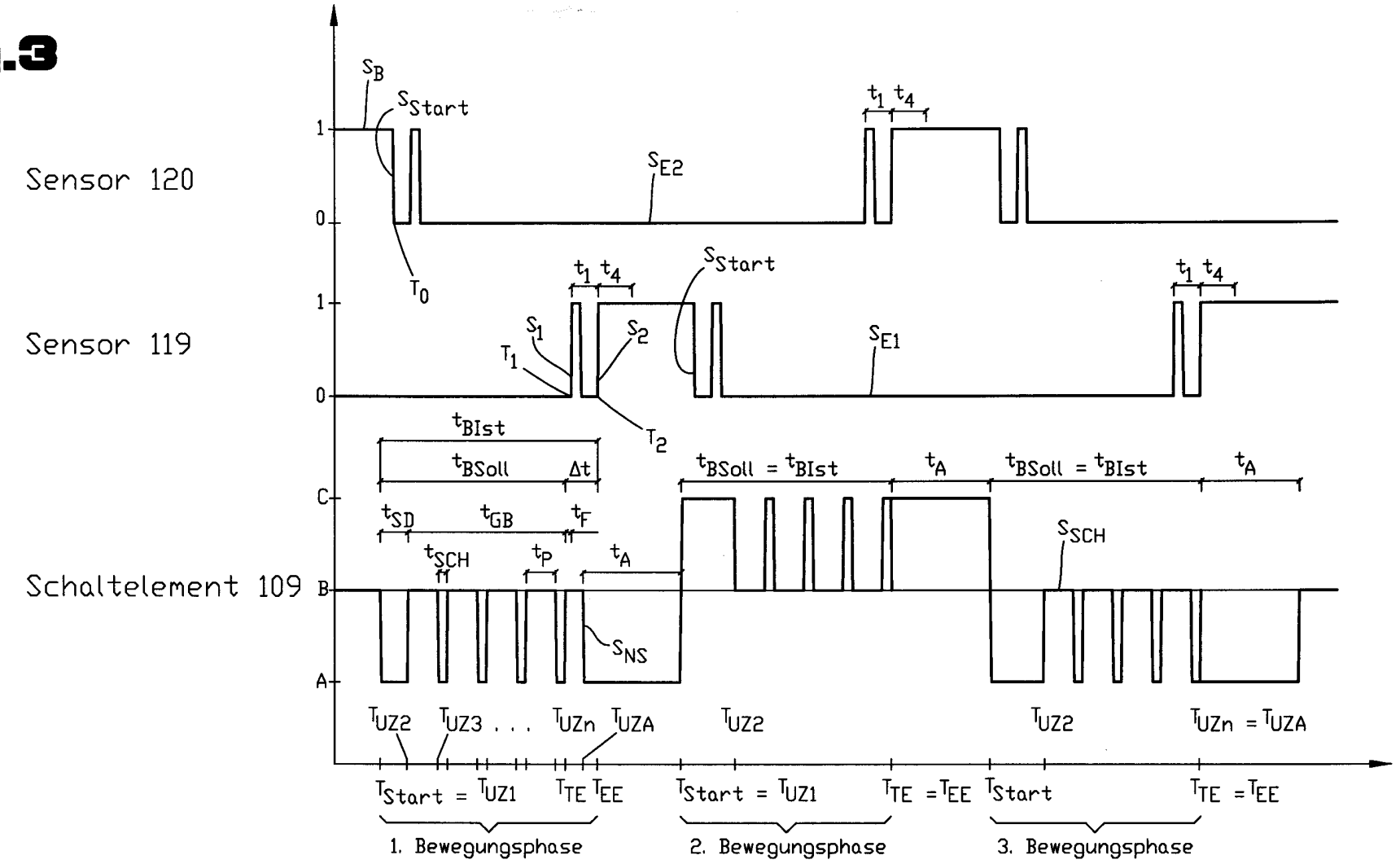
STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.2



STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.3



STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.4

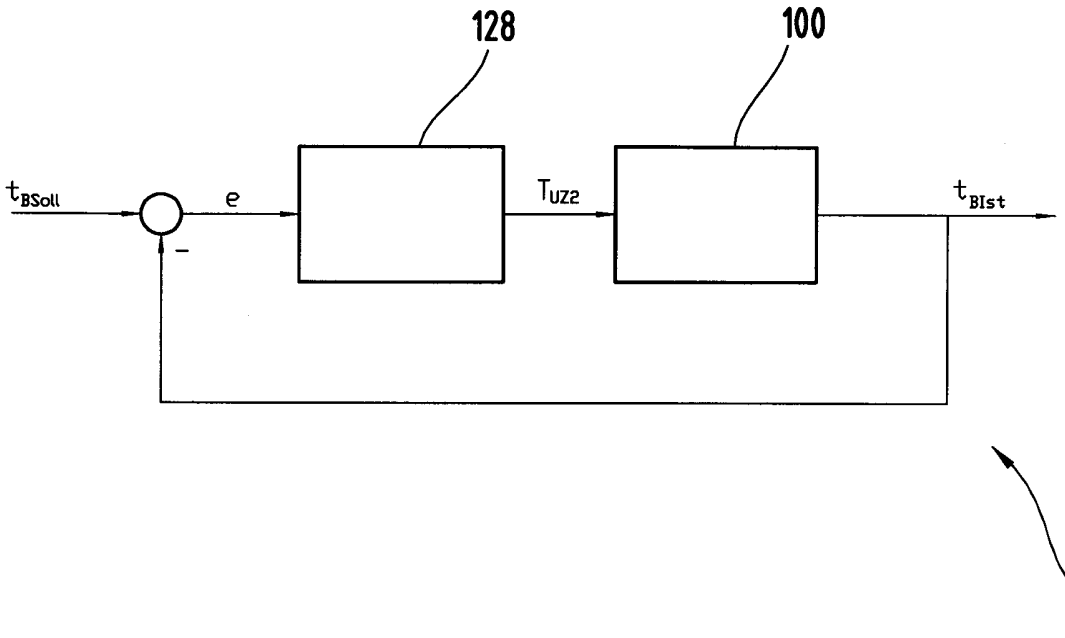
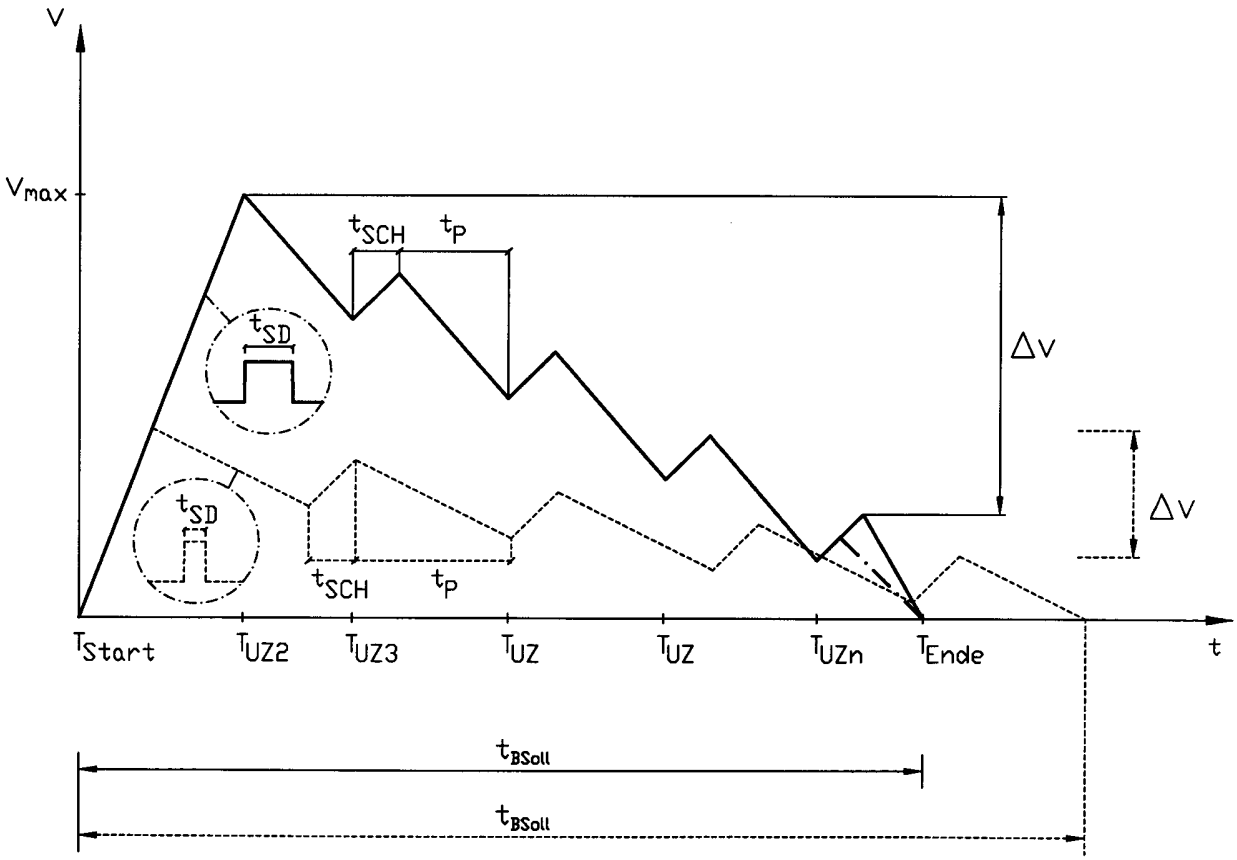


Fig.5



STIWA–Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

207500

Fig.6

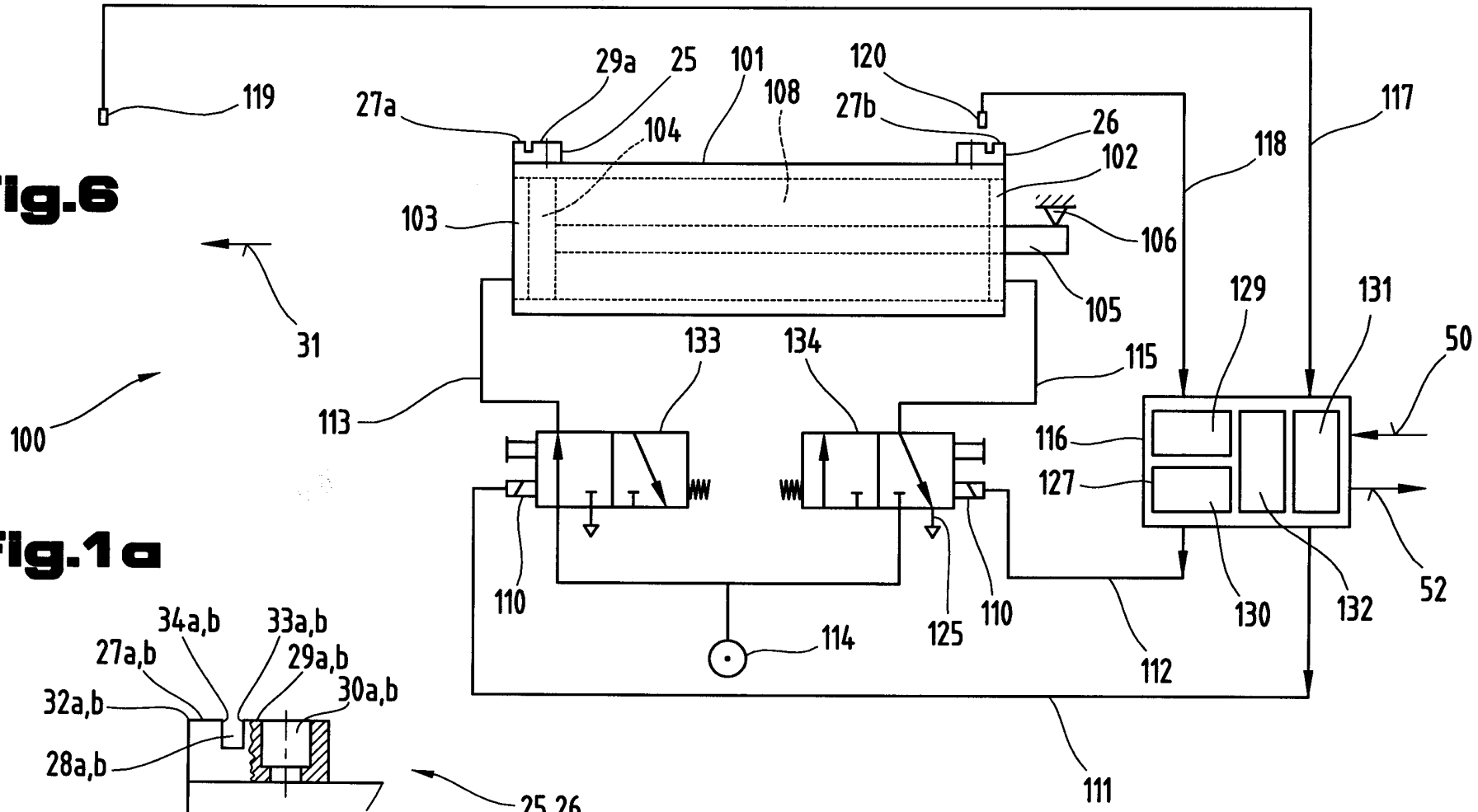
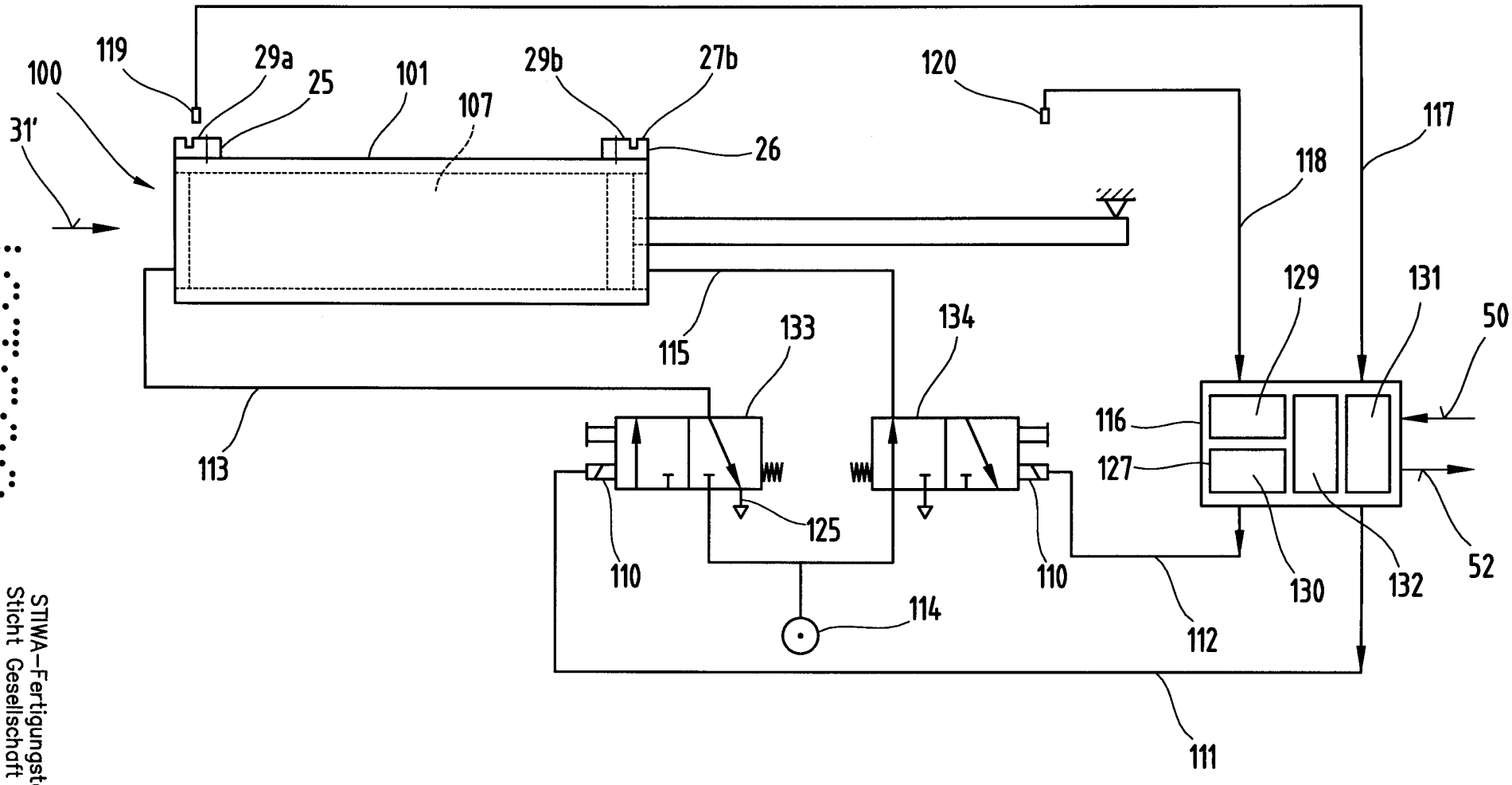


Fig.1a

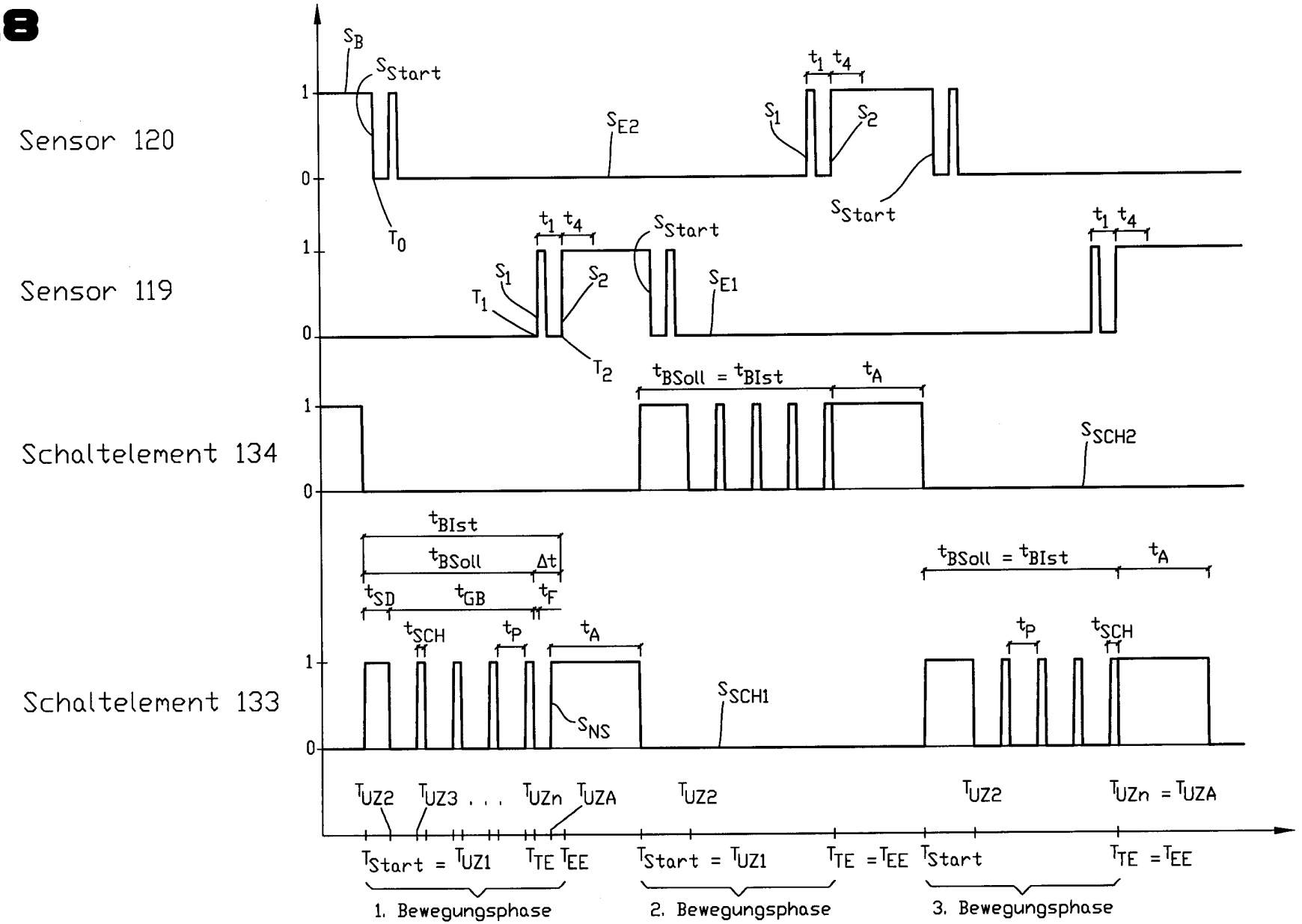
STIWA–Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.7



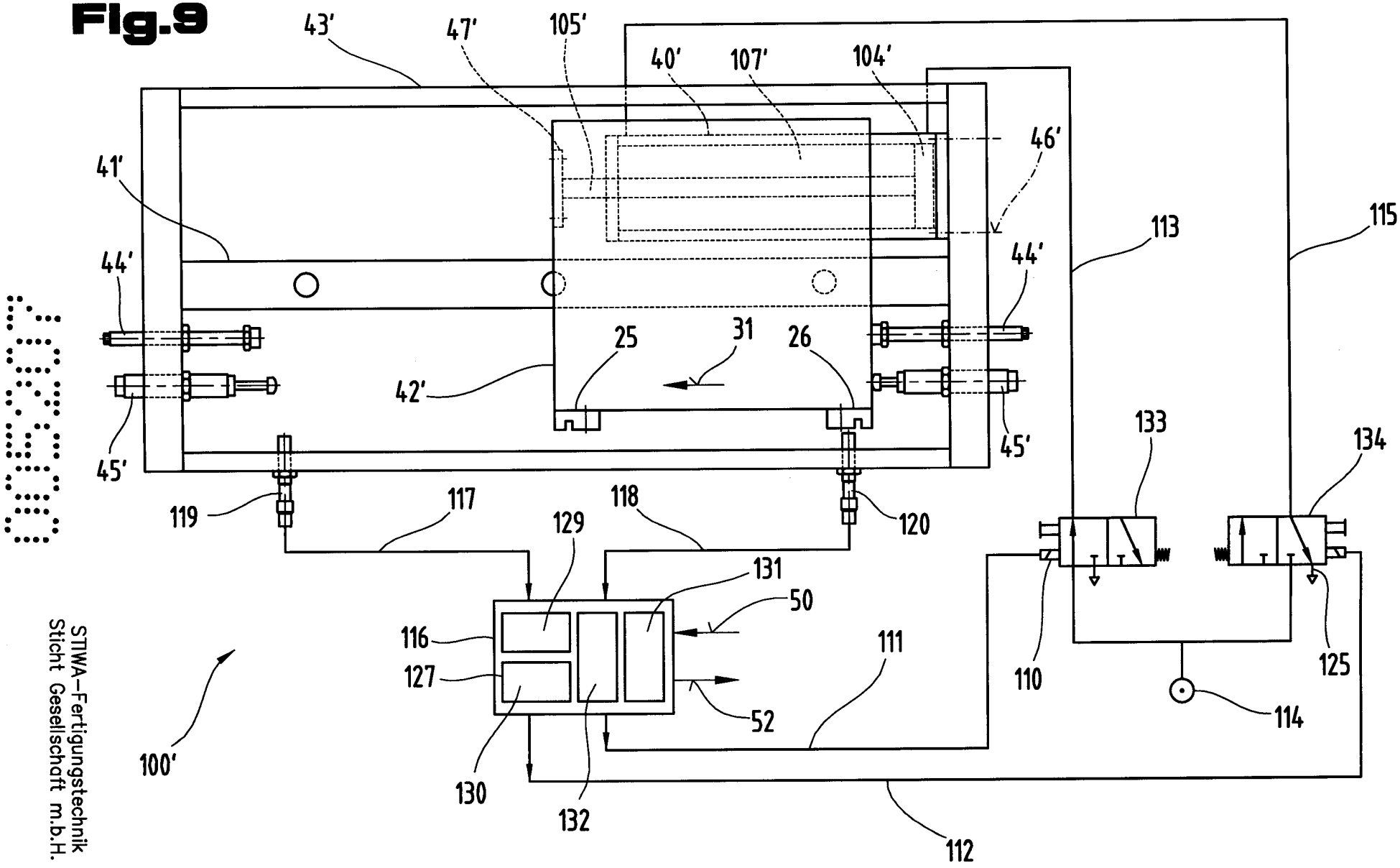
STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.8



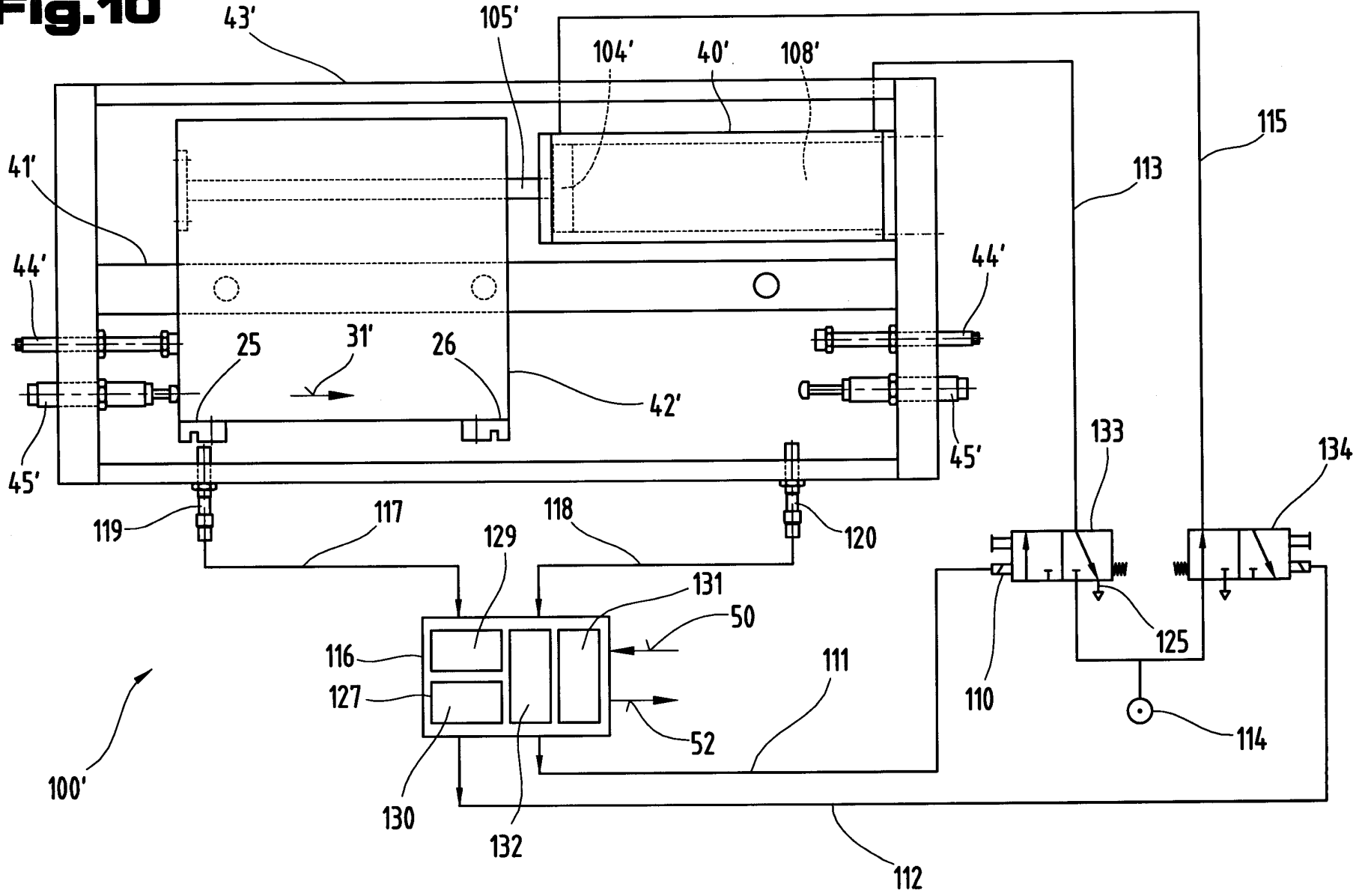
STIWA-Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.9



STIWA–Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Fig.10



STIWA–Fertigungstechnik
Sticht Gesellschaft m.b.H.

Recherchenbericht zu **A 865/2005**
Technische Abteilung 2A

österreichisches patentamt

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC[8]: ***F15B 11/048*** (2006.01); ***F15B 15/28*** (2006.01); ***G01P 3/54*** (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: F15B 11/048, F15B 15/28 B , G01P 3/54
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F15B, G01P3/54, G05B19/23S, G01D5/20, H03K17/945
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, PAJ, TXTE, TXTG
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **20. Mai 2005** eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 4 628 499 A (HAMMETT) 9. Dezember 1986 (09.12.1986) *Fig. 1, 3-5, Spalte 10 Zeilen 42-55, Fig. 6 - Schritte 119, 125, 130, Fig. 7, Spalte 13 Zeilen 1-24*	1-5, 9-13
Y		6, 7
	--	
Y	DE 197 21 632 A1 (MOOSMANN) 26. November 1998 (26.11.1998) *Fig. 3, Fig. 6, Zeitpunkt T3, Schaltsignal SN, Spalte 9 Zeilen 45-58*	6, 7

Datum der Beendigung der Recherche:	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in):
2. Juni 2006		Dr. EHRENDORFER

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

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