



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 410 771 B**

(12)

## PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 9135/98  
AT98/000194  
(22) Anmeldetag: 18.08.1998  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2002  
(45) Ausgabetag: 25.07.2003

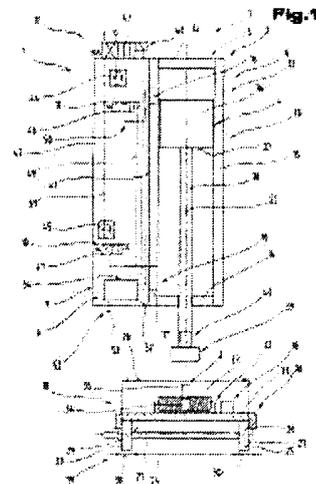
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B23P 19/00**

(30) Priorität:  
18.08.1997 AT A 1384/97 beansprucht.  
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3042205A1 DE 4106689A1 EP 0240965A1  
EP 0275992A2 FR 2657807A1

(73) Patentinhaber:  
STICHT WALTER  
A-4800 ATTNANG-PUCHHEIM,  
OBERÖSTERREICH (AT).  
(72) Erfinder:  
STICHT WALTER  
ATTNANG-PUCHHEIM, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER BEWEGUNGSEINHEIT

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Betrieb von zumindest einer Bewegungseinheit (1), bei dem in einem Initialisierungsmodus der Bewegungseinheit (1) zumindest ein Soll-Wert von zumindest einem der nachfolgenden Basisparameter wie ein Fahrweg in x- und/oder y-Richtung, die Geschwindigkeit oder die Position eines Kolbens (36) oder Schlittens vordefiniert und gespeichert wird, worauf Ist-Werte ausgehend von Signalen oder Daten mit Programmen erstellt werden und die Ist-Werte des Kolbens (36) und/oder Schlittens der Bewegungseinheit (1) von Schaltmodulen (10) solange verändert werden, bis die Soll-Werte des oder der Basisparameter erreicht werden. Zumindest ein Positions- und/oder Bewegungsparameter wird aus einer Mehrzahl von Positions- und/oder Bewegungsparametern wie beispielsweise Erschütterung, Taktzeit, Zykluszeit, Position eines Kolbens, von der bzw. einer von mehreren Bewegungseinheiten (1) während des Betriebes der Bewegungseinheit als Zielwert ausgewählt und in einem Lernmodus wird zumindest ein Soll-Wert der Basisparameter auf eine Ist-Zielgröße verändert, so daß der Zielwert erreicht wird.



AT 410 771 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb von zumindest einer Bewegungseinheit, bei dem in einem Initialisierungsmodus der Bewegungseinheit zumindest ein aktueller Soll-Wert, wie ein Weg, eine Beschleunigung, eine Verzögerung des Kolbens oder Schlittens festgelegt wird, worauf Ist-Werte ermittelt und mit den aktuellen Soll-Werten verglichen werden und bei einer Abweichung des Ist-Wertes vom aktuellen Soll-Wert die Ist-Werte des Kolbens und/oder Schlittens der Bewegungseinheit durch Beaufschlagung über die Schaltmodule solange verändert werden, bis die aktuellen Soll-Werte erreicht werden.

Aus der EP 0 240 965 A ist ein kompaktes elektrohydraulisches Schaltmodul bekannt, mit dem ein Arbeitszylinder derart angesteuert werden kann, daß eine vorgegebene Sollposition eines Kolbens erreicht wird. Dazu werden während des Betriebes des Arbeitszylinders Ist-Werte erfaßt und die Ist-Werte des Kolbens des Arbeitszylinders von Schaltmodulen so lange verändert, bis der Soll-Wert, daher die Sollposition des Kolbens, erreicht ist. Nachteilig ist, daß hierbei nur ein konventioneller Soll/Ist-Vergleich im Sinne einer geschlossenen Regelung durchgeführt wird und während des Betriebes eines Arbeitszylinders keine Betriebsparameter, z.B. Erschütterungen oder Kraft während eines Fügevorganges etc., und keine zusätzlichen Störgrößen, wie ein Verschleiß des Kolbens etc., erfaßt werden und in den Regelkreis mit einfließen. Dadurch ist der Arbeitszylinder einem hohen Verschleiß ausgesetzt und ist sein Einsatzgebiet auf einfach aufgebaute z.B. Füge-systeme, Handhabungssysteme etc., wo nur niedrige Anforderungen an die Prozeßgenauigkeit, Flexibilität, Verfügbarkeit des Arbeitszylinders gestellt sind, eingeschränkt.

Weiters ist aus der DE 30 42 205 A1 - des gleichen Anmelders - eine Einrichtung zur Steuerung bzw. Überwachung von Maschinen, insbesondere Fertigungsanlagen für in zwei oder mehreren Schritten herzustellende Bauteile, mit Steuervorrichtungen für die elektrischen und/oder elektronischen und druckmittelbetätigbaren Schalt-, Regel-, Überwachungsorgane bzw. Antriebe der Maschine und/oder der dieser zugeordneten Bearbeitungs- bzw. Montagevorrichtungen, bekannt.

Eine Erfassung von Betriebsparametern, z.B. Erschütterungen oder Kraft während eines Fügevorganges etc., und zusätzlichen Störgrößen, wie ein Verschleiß des Kolbens etc., während des Betriebes des Arbeitszylinders ist nicht vorgesehen. Dadurch ist der Arbeitszylinder einem hohen Verschleiß ausgesetzt.

Aus der DE 41 06 689 A1 ist ein Verfahren zum Steuern einer Arbeitsmaschine, insbesondere eines Montageautomaten sowie eine derartige Arbeitsmaschine bekannt. Diese weist eine Vielzahl von Werkstückträgern auf, die auf einer Bewegungsbahn bzw. Arbeitsstrecke in einer Transportrichtung an Arbeitsstationen vorbeibewegt werden. Diese sind jeweils für wenigstens eine vorgegebene Arbeit ausgebildet und zumindest teilweise durch eine elektronische Steuereinrichtung gesteuert. Jede Arbeitsstation weist eine eigene elektronische Steuereinrichtung auf, die mit den Steuereinrichtungen der übrigen Arbeitsstationen gleichwertig ist, wobei die Steuereinrichtung jeder Arbeitsstation über eine Daten- und Steuerleitung lediglich mit der in Transportrichtung unmittelbar folgenden und/oder unmittelbar vorangehenden Arbeitsstation zusammenwirkt. An der ersten Arbeitsstation wird für jeden Werkstückträger ein elektronisches Protokoll erstellt, welches neben einer diesen Werkstückträger identifizierenden bzw. kennzeichnenden Identifikation zumindest die entlang der Transportrichtung an den nachfolgenden Arbeitsstationen auszuführenden Arbeiten enthält. Dieses Protokoll wird dann entsprechend den Arbeitsschritten über eine Datenleitung von der Steuereinrichtung der vorangehenden Arbeitsstation an die Steuereinrichtung der nachfolgenden Arbeitsstation weitergeleitet. Von Nachteil ist, daß in einem einmal in Gang gesetzten Produktionsprozeß nicht mehr eingegriffen werden kann, um beispielsweise ein fehlerhaftes Protokoll zu korrigieren.

In der EP 0 275 992 A ist ein Verfahren zur Ansteuerung einer Maschinenanlage beispielsweise Fertigungsstraßen, Fördersysteme usw. mit mehreren Aktoren insbesondere Elektromotoren, aber auch andere elektrisch steuerbare und elektromechanische Betätigungseinrichtungen beschrieben, wobei ein Teil der Aktoren zu einer Gruppe zusammengefaßt und jedem der Aktoren in dieser Gruppe eine Steuereinheit zugeordnet ist.

Gleichermaßen wird auch in der FR 2 657 807 A eine dezentralisierte Ansteuerung beispielsweise einer Bewegungseinheit beschrieben.

Ferner sind unterschiedliche Regelungsverfahren für intelligente Roboter und Maschinen bekannt - FUKUDA T ET AL „Fuzzy, Neural Network, and Genetic Algorithm based control system“ proceedings of the International Conference on Industrial Electronic Control and Instrumentation.

(IECON), Bologna, Sept. 5-9, 1994 Robotics, Vision and Sensors, Factory Automation, Emerging Technologies, Bd. 2, Nr. Conf. 20, 1994, Seiten 1220-1225, XP000525500 Institute of Electrical and Electronics Engineers - das auf drei Ebenen, der Adaption -, Ausführungs- und Lernebene basiert, die untereinander über Fuzzy-Logik, neurale Netzwerke oder genetische Algorithmen verbunden sind. Diese Regelungsverfahren haben sich in der Praxis bestens bewährt und werden eingesetzt, um die Bewegungsabläufe der intelligenten Roboter und Maschinen zu verbessern, wozu die Ist-Werte erfaßt und in einem Lernmodus an einen vorgebbaren Soll-Wert angepaßt werden und in einem Adaptionsmodus abhängig von der Betriebssystemumgebung der Roboter und die Maschine entsprechend angesteuert wird.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Bewegungseinheit zu schaffen, mit welchem die Inbetriebnahme einer Bewegungseinheit vereinfacht bzw. der Zeitaufwand dafür reduziert werden kann. Des weiteren soll ein verschleißschonender Betrieb sowie eine exakte Positionierung des Kolbens oder Schlittens der Bewegungseinheit ermöglicht werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß entsprechend einer geforderten Bewegungssituation, z.B. Montagesituation, während des Betriebes der Bewegungseinheit ein potentieller Soll-Wert, insbesondere Positions- und/oder Bewegungsparameter, von zumindest einem der nachfolgenden Basisparameter wie ein Verfahrensweg in x- und/oder y-Richtung, die Geschwindigkeit, die Kraft oder die Position eines Kolbens oder Schlittens vordefiniert und in Form von Daten oder eines Programmes gespeichert wird, in einem weiteren Initialisierungsmodus der aktuelle Soll-Wert der Bewegungseinheit derart verändert wird, daß der potentielle Sollwert während des Betriebes erreicht wird. Der überraschende Vorteil dabei ist, daß durch diese selbsttätige Anpassung im wesentlichen über die gesamte Einsatzdauer eine exakte Positionierung des Kolbens oder Schlittens der Bewegungseinheit aufgrund der selbsttätige Korrektur z.B. von Verschleißerscheinung an dem Kolben oder Schlitten möglich ist und der Zeitaufwand für die Inbetriebnahme eines Handhabungssystem erheblich reduziert werden kann.

Vorteilhaft ist aber auch die angeführte Maßnahme nach Anspruch 2, da entsprechend einer geforderten Bewegungssituation, z.B. Montagesituation, eine für diese optimierte Zielgröße z.B. in Hinblick auf eine Taktzeit festgelegt wird und im Falle einer Abweichung des festgelegten Ist-Wertes von dem Soll-Wert des Basisparameters in einem Lernmodus eine selbsttätige Anpassung des Soll-Wertes des Basisparameters auf eine Ist-Zielgröße durchgeführt wird.

Die Maßnahme nach Anspruch 3 hat dabei den Vorteil, daß durch die zwischen mehreren Bewegungseinheiten durchgeführte permanente Angleichung der Zielgröße jeder Bewegungseinheit an den aktuellen Soll-Wert ein unnötiger Verschleiß der Bewegungseinheiten vermieden wird.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 4, wo entsprechend einer geforderten Bewegungssituation, z.B. Montagesituation, ein für diese in einem Lernmodus ermittelter Ist-Wert einer Zielgröße als aktueller Soll-Wert ausgewählt wird und nach der selbsttätigen Anpassung der Zielgröße jeder Bewegungseinheit an den aktuellen Soll-Wert die Bewegungseinheiten in Hinblick beispielsweise auf den Verschleiß optimiert betrieben werden können. Dadurch werden langwierige Einstellungs- und Justierungsvorgänge z.B. bei Veränderung des Betriebszustandes, wie bei Verschleißerscheinungen am Kolben oder Schlitten, der Bewegungseinheit vermieden, da ein manueller Eingriff bzw. ein manuelle Einstellung zum Erreichen eines optimierten Betriebes der Bewegungseinheit entfallen kann.

Günstig sind auch die weiteren Maßnahmen nach den Ansprüchen 5 und 6, bei denen die Intervalle zwischen zweier Wartungsinformationen bzw. die Intervalle zweier aufeinanderfolgender Aktivierungen des Lernmodus als Kriterium für die Abnutzung bzw. Wartung der Bewegungseinheit herangezogen werden und so ein Wartungsplan erstellt werden kann, welcher die Wartungskosten reduziert.

Schließlich ist aber auch eine Maßnahme nach Anspruch 7 von Vorteil, wodurch eine selbständige Entscheidungs- und Lernfähigkeit der Steuervorrichtung erreicht wird.

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

Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Bewegungseinheit, geschnitten, in der Stirnansicht;

Fig. 2 einen Teilbereich der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit, insbesondere eine

- Fig. 3 Steuervorrichtung, in perspektivischer Darstellung;  
 einen Teilbereich der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit, insbesondere eine Steuervorrichtung, in perspektivischer Darstellung;  
 Fig. 4 eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit, geschnitten, in der Draufsicht;  
 5 Fig. 5 die erfindungsgemäße Bewegungseinheit, geschnitten, gemäß den Linien V - V in Fig. 4  
 Fig. 6 eine andere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit, in der Stirnansicht;  
 10 Fig. 7 ein Blockschaltbild einer Steuervorrichtung der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit;  
 Fig. 8 ein Schaltplan der Steuervorrichtung der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit;  
 Fig. 9 ein Weg-Zeit-Diagramm der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit;  
 Fig. 10 ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Bewegungseinheit;  
 15 Fig. 11 ein Ablaufschema des Verfahrens zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Bewegungseinheit;  
 Fig. 12 eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit, geschnitten, in der Draufsicht;  
 20 Fig. 13 die erfindungsgemäße Bewegungseinheit, geschnitten, gemäß den Linien XIII-XIII in Fig. 12.

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  
 25 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 aus den gezeigten unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen darstellen.  
 30

In der Fig. 1 ist eine Bewegungseinheit 1, beispielsweise für Bereitstellungs-, Handhabungs-, Füge- oder Kontrollsysteme einer Montageanlage für Montageteile 2 gezeigt. Diese weist relativ zueinander verstellbare Bauteile 3, 4 auf, welche über eine Antriebseinrichtung 5, beispielsweise mittels Druckluft, Strom oder Hydraulikflüssigkeit, verstellt werden können. Weiters besitzt die Bewegungseinheit 1 zumindest eine Führungsvorrichtung 6 für zumindest einen der Bauteile 3; 4.  
 35 Die Bewegungseinheit 1 weist auch eine Steuereinrichtung 7 auf, wobei zumindest ein, eine Logikinformation und/oder eine Businformation und/oder einen Befehl verarbeitender Teil 8 der Steuereinrichtung 7 in der Antriebseinrichtung 5 und/oder zumindest in einem der Bauteile 3; 4 integriert und/oder auf einem Bauteil 3; 4 aufgebaut ist.

Die Steuereinrichtung 7 weist zumindest ein Steuer-Modul 9 und/oder ein oder mehrere dem Steuer-Modul 9 zugeordnete Schalt-Module 10 auf. Zumindest ein Schalt-Modul 10 der Steuereinrichtung 7 ist beispielsweise als Pneumatikventil 11 ausgebildet. Es kann aber auch als Relais oder als Schütz ausgebildet sein. Die Steuereinrichtung 7, insbesondere die Schalt-Module 10 sind mit der Antriebseinrichtung 5 verbunden, welche beispielsweise als Pneumatikantrieb 12, Hydraulikantrieb, Servomotorantrieb, Elektromotorantrieb, Handantrieb oder Piezoantrieb ausgebildet ist. Der Pneumatikantrieb 12 ist insbesondere als Pneumatikzylinder 13 ausgebildet. Dieser weist parallel zueinander angeordnete Abschlußelemente 14 auf, welche relativ zueinander verstellbar am oder in einem Zylinderrohr 15 gelagert sein können, womit das Volumen und der Verstellweg des Zylinders verändert werden können. Dieses Zylinderrohr 15 bildet im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Führungsvorrichtung 6 aus. Im Bauteil 3, insbesondere im Zylinderrohr 15 angeordnet, befinden sich Melde- und/oder Überwachungsorgane 16, welche beispielsweise als Endschalter und/oder Näherungsschalter 17 und/oder als Wegmeßsystem und/oder Positionermittlungssystem ausgebildet sind.  
 45  
 50

Zumindest ein Montageteil 2 befindet sich auf einer Transportvorrichtung 18, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Antriebs- und/oder Führungsvorrichtung 19 und Werkstückträger  
 55

20 aufweist. Die Antriebs- und/oder Führungsvorrichtung 19 besteht beispielsweise aus Antriebsachsen 21, welche rechtwinkelig zur Transportrichtung und zu einer Mittelachse 22 des Pneumatikzylinders 13 verlaufen. Auf der Antriebsachse 21 ist ein bewegungsfest mit dieser verbundenes Antriebsrad 23 angeordnet, welches beispielsweise aus Kunststoff, aber auch aus Metall mit Kunststofflaufbelag gebildet sein kann. Vom Antriebsrad 23 um einen parallel zur Antriebsachse 21 gemessenen Abstand 24 distanziert befindet sich ein Führungsrad 25, welches beispielsweise nicht mit der Antriebsachse 21 bewegungsfest verbunden ist. Das Führungsrad 25, insbesondere eine Fläche 26 desselben wird beispielsweise mittels Federkraft an eine parallel zu dieser und rechtwinkelig zur Antriebsachse 21 verlaufende Flankenfläche 27 des Werkstückträgers 20 angepreßt, wobei ein parallel zum Abstand 24 gemessener Innenabstand 28 einer Ausnehmung 29 des Werkstückträgers 20 dem Abstand 24 zuzüglich einer doppelten Radbreite 30 entspricht.

Auf einer der Ausnehmung 29 abgewandten und der Bewegungseinheit 1 zugewandten Oberseite 31 des Werkstückträgers 20, welche rechtwinkelig zur Mittelachse 22 verläuft, befindet sich beispielsweise eine mit der Oberseite 31 lösbar oder unlösbar verbundene Aufnahme 32, in welcher ein Montageteil 2 angeordnet ist. Dieser ist beispielsweise als Rolle 33 aus Kunststoff ausgebildet, welche eine zylindrische Bohrung 34 besitzt, in der ein ebenfalls einen Montageteil 2 bildender Bolzen 35 eingepreßt werden soll. Selbstverständlich ist der Einsatz einer derartigen Bewegungseinheit 1 nicht nur auf Transportvorrichtungen 18 mit Werkstückträgern 20 bzw. auf die beschriebenen Montageteile 2 beschränkt.

Der Pneumatikzylinder 13 besitzt einen den Bauteil 4 bildenden Kolben 36, der eine rechtwinkelig zur Mittelachse 22 verlaufende Kolbenfläche 37 besitzt, welche von einer Kolbenstange 38 überragt wird. In einem der Kolbenfläche 37 abgewandten Endbereich der Kolbenstange 38 besitzt diese im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Druckstück 39, welches beispielsweise auf die Kolbenstange 38, insbesondere auf einen Gewindeabschnitt 40 desselben aufgeschraubt ist. Somit dient die Bewegungseinheit 14 im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Füge-System, insbesondere als Preßvorrichtung für Montageteile.

An einer Außenfläche 41 des Zylinderrohres 15 befindet sich die Steuereinrichtung 7, welche beispielsweise auf einer mit der Außenfläche 41 lösbar oder unlösbar verbundenen Konsole 42 aufgebaut ist. Die Schalt-Module 10 sind dabei vorzugsweise lösbar mit der Konsole 42 verbunden und werden durch beispielsweise ein 4/2-Wege-Ventil 43, zwei Drosselrückschlagventile 44, 45 und zwei 3/2-Wege-Ventile 46, 47 gebildet. Die Schalt-Module 10 besitzen beispielsweise elektrisch betätigte Antriebe 48, welche über strichliert dargestellte Steuerleitungen 49 mit dem Steuer-Modul 9 leitungsverbunden sind. Selbstverständlich ist es möglich, die Steuerleitungen 49 nicht nur als lose, d.h. flexible Leitungen auszugestalten, sondern in eine noch zu beschreibende elektrische Verteilerleiste bzw. in einem Kabelkanal zu integrieren. Die Schalt-Module 10 sind entsprechend der Schaltfunktion beispielsweise über Leitungen 50, insbesondere Pneumatikschläuche 51 verbunden. Die Steuereinrichtung 7, insbesondere das Steuermodul 9 besitzt Eingänge 52, beispielsweise für Signale und/oder Befehle einer zentralen Kontrolleinheit und/oder der Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 und/oder für Signale und/oder Befehle einer weiteren Steuereinrichtung 7 weiterer Bewegungseinheiten 1 und/oder externer Ein- und/oder Ausgabevorrichtungen und/oder von Antriebseinrichtungen 5 und/oder von Energie und/oder von Schalt-Modulen 10, wobei die Eingänge 52 beispielsweise über Einfachstecker mit Einzelleitungen verbunden sind, welche jedoch mit den Eingängen 52 auch unlösbar verbunden werden können.

Die Eingänge 52 können weiters über zumindest einen Mehrfachstecker mit zumindest einer Mehrfachleitung verbunden und/oder über einen Busstecker 53 mit einer zentralen Verbindungsleitung verbunden sein. Die Steuereinrichtung 7, insbesondere das Steuer-Modul 9 kann auch Ausgänge 54 aufweisen, welche beispielsweise den Austritt von Signalen und/oder Befehlen an die zentrale Kontrolleinheit und/oder an die Schalt-Module 10 ermöglichen. Darüber hinaus können noch Ausgänge 54, beispielsweise für Signale und/oder Befehle an die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 und/oder an Steuereinrichtungen 7 weiterer Bewegungseinheiten 1 und/oder an externe Ein- und/oder Ausgabevorrichtungen und/oder an Antriebseinrichtungen 5 und/oder für Energie dienen. Der Austritt von Signalen und/oder Befehlen kann über den Busstecker 53, welcher auch einen Eingang 52 bildet, erfolgen.

Die Ausgänge 54 können ebenso wie die Eingänge 52 über Einfachstecker mit Einzelleitungen und/oder über den oder einen weiteren Mehrfachstecker mit der oder einer weiteren Mehrfach-

leitung und/oder über den oder einen weiteren Busstecker 53 mit der oder einer weiteren zentralen Verbindungsleitung verbunden sein.

Wie in Fig. 2 dargestellt, können die in Fig. 1 gezeigten Leitungen 50, insbesondere die Pneumatikschläuche 51 durch eine pneumatische Verteilerleiste 55 ersetzt oder ergänzt werden. Die Verteilerleiste 55 weist eine Leistenlänge 56 und eine rechtwinkelig zu dieser gemessene Leistenbreite 57 auf, welche mit einer rechtwinkelig zur Leistenbreite 57 gemessenen Leistenhöhe 58 eine Stirnfläche 59 begrenzt. In dieser sind Öffnungen 60 für Kanäle 61 angeordnet, welche sich beispielsweise über die gesamte Leistenlänge 56 erstrecken und parallel zu dieser und parallel zueinander verlaufen.

Auf einer rechtwinkelig zur Stirnfläche 59 verlaufenden und durch die Leistenlänge 56 und die Leistenbreite 57 umgrenzten Oberseite 62 befinden sich ebenfalls Öffnungen 60, vorzugsweise für die Schalt-Module 10. So sind beispielsweise für das der Stirnfläche 59 benachbarte 4/2-Wege-Ventil 43 an der Oberseite 62 vier Öffnungen 60 angeordnet und mit korrespondierenden Öffnungen 63 der Schalt-Module 10 verbunden. Die Kanäle 61 werden beispielsweise gebildet durch einen Zuluftkanal 64, einen Abluftkanal 65 und zwei Verbindungskanäle 66, 67. Jeweils eine Öffnung 63 des 4/2-Wege-Ventils 43 ist mit einem Kanal 61 beispielsweise über einen Stecker verbunden. Vom 4/2-Wege-Ventil 43 in entgegengesetzter Richtung zur Stirnfläche 59 beabstandet befindet sich das 3/2-Wege-Ventil 46. Dieses besitzt ebenfalls Öffnungen 63, von denen eine mit dem Verbindungskanal 66 vorzugsweise lösbar verbunden ist und in der das Drosselrückschlagventil 44 angeordnet ist. Der Oberseite; 62 der pneumatischen Verteilerleiste 55 abgewandt und parallel zu dieser verlaufend, wird das 3/2-Wege-Ventil 46 durch eine Oberseite 68 begrenzt, welche zwei Öffnungen 63 aufweist, wobei eine Öffnung 63 beispielsweise einen Schalldämpfer 69 aufweist, wohingegen die andere Öffnung 63 mit dem in Fig. 1 dargestellten Pneumatikzylinder 13 verbunden ist. Die letztgenannten Öffnungen 63 können jedoch auch an der der Oberseite 62 zugewandten und der Oberseite 68 abgewandten Unterseite 70 des 3/2-Wege-Ventils 46 angeordnet sein, wodurch in der pneumatischen Verteilerleiste 55 weitere Kanäle 61 erforderlich wären.

Vom 3/2-Wege-Ventil 46 in entgegengesetzter Richtung zum 4/2-Wege-Ventil 43 beabstandet befindet sich das 3/2-Wege-Ventil 47, welches mit einer Öffnung 63 über eine in der Oberseite 62 der Verteilerleiste 55 angeordnete Öffnung 60 mit dem Verbindungskanal 67 verbunden ist. Von der Öffnung 63 erstreckt sich beispielsweise innerhalb des 3/2-Wege-Ventils 47 ein Drosselrückschlagventil 45. Ebenfalls an der Oberseite 68 des 3/2-Wege-Ventils 47 befinden sich Öffnungen 63, wobei wiederum eine Öffnung 63 einen Schalldämpfer 69 aufweist, wogegen die andere Öffnung 63 mit dem in Fig. 1 dargestellten Pneumatikzylinder 13 verbunden ist. Eine derartige Konfiguration bzw. Verbindung von Schalt-Modulen 10 dient vorzugsweise einer noch näher zu erläuternden Endlagendämpfung eines Pneumatikzylinders 13.

Selbstverständlich kann auf diese Art und Weise jede beliebige Anordnung von Schalt-Modulen 10 und damit eine Realisierung von unterschiedlichsten Steuerungen erreicht werden. Dem entsprechend sind die Anzahl der in der pneumatischen Verteilerleiste 55 angeordneten Kanäle 61 und die auf der pneumatischen Verteilerleiste 55 angeordneten Schalt-Module 10 beliebig variierbar. Auch ist es möglich, die Schalt-Module 10 in die pneumatische Verteilerleiste 55 zu integrieren, und nicht, wie beispielhaft dargestellt, an deren Oberseite 62 lösbar oder unlösbar anzuordnen. Auch können die Schalt-Module 10 anstelle der Anordnung auf einer pneumatischen Verteilerleiste 55 auch am oder im Zylinderrohr 15 angeordnet sein. Insbesondere kann auch zumindest ein Bauteil 3; 4 eine pneumatische Verteilerleiste 55 aufweisen.

In der Fig. 3 ist eine Weilerbildung der Steuereinrichtung 7 in perspektivischer Darstellung gezeigt. Diese besitzt beispielsweise - wie zu Fig. 2 beschrieben - eine pneumatische Verteilerleiste 55, welche wiederum Kanäle 61 besitzt und auf deren Oberseite 62 mehrere Schalt-Module 10 angeordnet sind. Die Schalt-Module 10 weisen Antriebe 71 auf, welche lösbar oder unlösbar mit dem Schalt-Modul 10 oder mit einer elektrischen Verteilerschiene 72 vorzugsweise über als Kupplungsvorrichtungen 73 ausgebildete Stecker 74 verbunden sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die elektrische Verteilerschiene 72 ein Teil der Steuereinrichtung 7. Es ist jedoch auch möglich, zwischen der elektrischen Verteilerschiene 72 und der Steuereinrichtung 7 eine flexible Verbindung herzustellen. Auch darf die elektrische Verteilerschiene 72 nicht nur als starre Leitungsverbindung verstanden werden, sondern sie kann auch durch vorzugsweise in einem Gehäuse verlaufende flexible Einzelleitungen gebildet werden.

Die Steuereinrichtung 7, insbesondere das Steuer-Modul 9 weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest ein Anzeigeelement 75 auf, welches beispielsweise als Display 76 mit Klartextanzeige, Nummernanzeige, Leuchtdioden und/oder akustischen Informationselementen ausgebildet ist. Weiters kann die Steuereinrichtung 7 eine Eingabevorrichtung 77, vorzugsweise in Form einer Tastatur 78 besitzen. Diese kann jedoch auch durch einen Touch-Screen gebildet werden, welcher die Eingabevorrichtung 77 mit dem Display 76 kombiniert. Das Anzeigeelement 75 bildet dabei gemeinsam mit der Eingabevorrichtung 77 eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79. Die elektrische Verteilerschiene 72 und/oder die Steuereinrichtung 7 weisen an einer Stirnseitenfläche 80 beispielsweise einen als Eingang 52 und/oder als Ausgang 54 ausgebildeten Mehrfachstecker 81 auf. Es ist jedoch auch ein in Fig. 1 beschriebener Busstecker 53 einsetzbar.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 4 und 5 ist eine weitere Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Bewegungseinheit 1 gezeigt. Diese besteht aus der Antriebseinrichtung 5, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel als kolbenstangenloser Pneumatikzylinder 13 ausgebildet ist. Der kolbenstangenlose Pneumatikzylinder 13 besteht wiederum aus einem Zylinderrohr 15, welches Anschlußöffnungen 82 aufweist, die von der Außenfläche 41 des Zylinderrohres 15 bis zu einem Zylinderinnenraum 83 ragen. Das Zylinderrohr 15 dient wiederum als Führungsvorrichtung 6 für den Kolben 36. Dieser ist beispielsweise in Hohlbauweise ausgeführt und weist zwei parallel zueinander und rechtwinkelig zur Mittelachse 22 verlaufende Kolbenplatten 84 auf, welche mit parallel zu diesen verlaufenden Flanschen 85 lösbar oder unlösbar verbunden sind.

Die Flansche 85 sind Bestandteil eines Kolbenkörpers 86, welcher beispielsweise einen rechteckigen Querschnitt in einer rechtwinkelig zur Mittelachse 22 verlaufenden Ebene aufweist. Die Flansche 85 und die Kolbenplatten 84 sind in ihrer Umrißform dem Querschnitt des Zylinderinnenraums 83 angepaßt und beispielsweise kreisförmig, d.h. konzentrisch um die Mittelachse 22 verlaufend, gestaltet. Eine den Kolbenkörper 86 begrenzen- de bzw. parallel zur Mittelachse 22 verlaufende Außenfläche 87 dient der Aufnahme eines Schlittens 88, welcher eine im Zylinderrohr 15 angeordnete schlitzförmige Längsöffnung 89 durchragt. Der Schlitten 88 weist eine pneumatische Verteilerleiste 55 auf, welche auf einer rechtwinkelig zur Außenfläche 87 verlaufenden Oberseite 90 des Schlittens 88 lösbar oder unlösbar befestigt ist. Der Schlitten 88 weist eine parallel zur Außenfläche 87 gemessene Schlittenhöhe 91 auf, welche die Oberseite 90 von einer parallel zu dieser verlaufenden Unterseite 92 des Schlittens 88 distanziert. Eine parallel zur Schlittenhöhe 91 gemessene Schlitzhöhe 93 der Längsöffnung 89 ist größer als die Schlittenhöhe 91 addiert um die Leistenhöhe 58 der pneumatischen Verteilerleiste 55. An der Oberseite 62 der Verteilerleiste 55 bzw. der elektrischen Verteilerschiene 72, welche ebenfalls an der Oberseite 90 des Schlittens 88 angeordnet sein kann, befinden sich die Schalt-Module 10. Von den Schalt-Modulen 10 verlaufen Leitungen 50 zu Anschlußöffnungen 82 einer weiteren Bewegungseinheit 1, welche ebenfalls beispielsweise als Pneumatikzylinder 13, jedoch mit Kolbenstange 38, ausgebildet ist.

Der Schlitten 88 wird in entgegengesetzter Richtung zur Außenfläche 87 des Kolbenkörpers 86 und damit des Bauteils 4 von einer Stirnfläche 94 begrenzt, welche eine mechanische Schnittstelle 95 für weitere Bewegungseinheiten 1 und/oder Montage- und/oder Bearbeitungsvorrichtungen und/oder für Energie und/oder für Steuereinrichtungen 7 aufweist. Anstelle der Leitungen 50 kann nun diese mechanische Schnittstelle 95 so ausgebildet sein, daß die Stirnfläche 94 bzw. die Stirnfläche 59 der pneumatischen Verteilerleiste 55 nicht dargestellte Öffnungen aufweist, welche mit ebenfalls nicht dargestellten Öffnungen in der weiteren Bewegungseinheit 1 korrespondieren. Auch ist es möglich, anstelle einer eigenen pneumatischen Verteilerleiste 55 den Schlitten 88 mit integrierten Kanälen 61 auszubilden.

An einer parallel zur Stirnfläche 94 und dieser abgewandt verlaufenden Innenstirnfläche 96 des Schlittens 88 bzw. der pneumatischen Verteilerleiste 55 und/oder der elektrischen Verteilerschiene 72 befinden sich Eingänge 52 und/oder Ausgänge 54, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Form einer Busleitung 97 zusammengefaßt sind. Es ist jedoch auch möglich, anstelle der Busleitung 97 eine Mehrfachleitung oder Einzelleitungen zu verwenden. Die Busleitung 97 kann flexibel oder starr ausgeführt sein und verläuft bis zur Kolbenplatte 84, welche der Steuereinrichtung 7 für den kolbenstangenlosen Pneumatikzylinder 13 zugewandt ist. In dieser Kolbenplatte 84 befinden sich Eingänge 52 und/oder Ausgänge 54, welche beispielsweise als Kupplungsvorrichtungen 98 ausgebildet sind. Von diesen Kupplungsvorrichtungen 98 erstrecken sich bis zum benachbarten Abschlußelement 14 des kolbenstangenlosen Pneumatik-Zylinders 13 eine oder mehrere Steuer-

leitungen 49 und/oder eine oder mehrere Leitungen 50, welche längenveränderbar, beispielsweise in Form von Spiralleitungen, ausgebildet sind.

An einer dem Kolben 36 abgewandten Außenfläche 99 des Abschlußelementes 14 befinden sich Kupplungsvorrichtungen 98, welche den Steuerleitungen 49 und/oder den Leitungen 50 zugeordnet sind.

An der Außenfläche 99 ist weiters die Steuereinrichtung 7 angeordnet. Diese weist wiederum ein Display 76 und/oder eine Tastatur 78 auf. Die Steuereinrichtung 7, insbesondere das Steuer-Modul 9, besitzt Eingänge 52 und/oder Ausgänge 54, welche ebenfalls als Kupplungsvorrichtungen 98 ausgebildet sein können und der Übermittlung von Signalen und/oder Befehlen, beispielsweise an eine zentrale Kontrolleinheit dienen. Diese Übermittlung ist jedoch nicht notwendigerweise nur mittels Leitungen 50 bzw. Steuerleitungen 49 möglich sondern kann auch beispielsweise optisch mittels Laser oder beispielsweise mittels Infrarot oder Ultraschall erfolgen. Vom Steuer-Modul 9 erstreckt sich beispielsweise eine ASIC-Busleitung 100, welche die Schalt-Module 10 bzw. die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 mit Energie und/oder Daten versorgt bzw. Daten von diesen weiterleitet. Die ASIC-Busleitung 100 ist dabei vorzugsweise zweipolig ausgebildet. Über eine Schnittstelle 101 und/oder über eine Auswerteeinheit 102 werden die vom Steuer-Modul 9 und/oder von der zentralen Kontrolleinheit kommenden und über die ASIC-Busleitung 100 übertragenen Signale und/oder Befehle auf eine elektrische Verteilerschiene 72 übertragen, welche in einer Führungsvorrichtung 103 angeordnet ist.

Die Führungsvorrichtung 103 ist vorzugsweise im Zylinderrohr 15 angeordnet und erstreckt sich beispielsweise zumindest über einen Teilbereich einer Länge 104 der Antriebseinrichtung 5. Sie ist dabei so ausgebildet, daß sie nutförmig die Außenfläche 41 des Zylinderrohres 15 in entgegengesetzter Richtung zum Kolben 36 überragt. Im Bereich der Außenfläche 41 weist sie eine Schlitzbreite 105 auf, welche symmetrisch um eine durch die Mittelachse 22 verlaufende Mittelebene 106 angeordnet ist. In einer von der Außenfläche 41 in entgegengesetzter Richtung zum Kolben 36 gemessenen Tiefe 107 weist die Führungsvorrichtung 103 eine Nut 108 auf, welche eine parallel zur Schlitzbreite 105 und rechtwinkelig zur Mittelebene 106 symmetrisch um diese angeordnete Nutbreite 109 besitzt, welche größer ist als die Schlitzbreite 105. Die Nut 108 besitzt eine im Anschluß an die Tiefe 107 in entgegengesetzter Richtung zum Kolben 36 gemessene Nuthöhe 110. Im Anschluß an die Nuthöhe 110 weist die Führungs-Vorrichtung 103 noch eine Vertiefungsnut 111 auf, welche eine Nutbreite 112 besitzt, die parallel zur Nutbreite 109 gemessen ist und kleiner ist als diese.

Das Zylinderrohr 15 besitzt weiters von der Außenfläche 41 in Richtung zum Zylinderinnenraum 83 ragende Anschlußöffnungen 82. Symmetrisch um die Mittelebene 106 in einem Bohrungsabstand 113 voneinander distanziert verlaufen im Zylinderrohr 15 beispielsweise die Kanäle 61, insbesondere ein Zuluftkanal 64 und ein Abluftkanal 65. Von diesen reichen Verbindungskanäle 114 bis zur Nut 108 und verlaufen rechtwinkelig zur Außenfläche 41.

In die Führungsvorrichtung 103 sind Schalt-Module 10 eingeführt, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Ventilpatronen 115 ausgebildet sind. Diese Schalt-Module 10 besitzen beispielsweise einen Bund 116, welcher Kontaktelemente 117 besitzt, die mit der elektrischen Verteilerschiene 72 in Berührungsverbindung stehen. Die elektrische Verteilerschiene 72, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Leiterbahn ausgebildet ist, kann jedoch auch in Form von im Bauteil 3, d.h. im Zylinderrohr 15 integrierte Leitungen gebildet sein. Darüber hinaus ist es auch möglich, daß das Schalt-Modul 10, insbesondere die Ventilpatrone 115, ein eigenes Steuer-Modul 9 aufweist, welches entweder zusätzlich zum am Abschlußelement 14 angeordneten Steuer-Modul 9 vorhanden ist oder dieses ersetzt.

Die Führungsvorrichtung 103 bildet weiters eine schienenförmige Befestigungsvorrichtung 118 für die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 aus. Auch diese können Steuer-Module 9 aufweisen. Weiters ist es möglich, die Führungsvorrichtung 103 nicht in die Antriebseinrichtung 5, d.h. in das Zylinderrohr 15 zu integrieren, sondern als eigenen Bauteil auszubilden, welcher lösbar oder unlösbar mit der Antriebseinrichtung 5, insbesondere mit dem Zylinderrohr 15, befestigt ist. Dabei kann die Führungsvorrichtung 103 mehrere, in vorbestimmten Abständen in Richtung der Länge 104 angeordnete Anschlußöffnungen aufweisen, von denen zumindest eine mit im Zylinderrohr 15, d.h. in der Antriebseinrichtung 5 angeordneten Anschlußöffnungen 82 korrespondiert. Dadurch ist es möglich, die Führungsvorrichtung 103 für einen modularen Aufbau der Bewegungseinheit 1

auszubilden.

In der Fig. 6 ist eine weitere Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Bewegungseinheit 1 dargestellt. Diese weist relativ zueinander verstellbare Bauteile 3, 4 auf, wobei der Bauteil 4 über eine beispielsweise als Linearführung 119 ausgebildete Führungsvorrichtung 6 am vorzugsweise rahmenförmig ausgebildeten Bauteil 3 relativbeweglich angeordnet ist. Die Führungsvorrichtung 6 kann jedoch auch beispielsweise als Dreh- und/oder Getriebeführung oder als Kulissenbahn ausgebildet sein. Der rahmenförmige Bauteil 3 besitzt beispielsweise zwei parallel zueinander verlaufende Verbindungselemente 120, welche durch rechtwinkelig zu diesen und parallel zueinander verlaufenden Längselementen 121 beabstandet sind. Die Verbindungselemente 120 dienen der Aufnahme von Feststellvorrichtungen 122, welche beispielsweise durch eine Dämpfungsvorrichtung 123, insbesondere einen Stoßdämpfer 124, gebildet sind. Dadurch wird der Bauteil 4 in zumindest einer Bewegungsrichtung am Bauteil 3 lagebegrenzt. Ebenfalls in den Verbindungselementen 120 angeordnet befinden sich Melde- und/oder Überwachungsorgane 16, welche beispielsweise in Form von kapazitiven Näherungsschaltern 17 ausgebildet sind.

Die Führungsvorrichtung 6 ist beispielsweise als Kugelbuchsenführung ausgebildet, wobei der Bauteil 4 zumindest eine Kugelbuchse 125 aufweist, in welche eine Führungswelle 126 eingeführt ist, die am Bauteil 3 bewegungsfest angeordnet ist. Ein Längselement 121 besteht beispielsweise aus der Antriebseinrichtung 5, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel ebenfalls als Pneumatikzylinder 13 ausgebildet ist.

Dieser Pneumatikzylinder 13 ist als Linearzylinder ausgebildet und besitzt den Schlitten 88, an dem der Bauteil 4 bewegungsfest angeordnet ist. Dieser weist wiederum die Schnittstelle 95 auf, an der beispielsweise eine nicht dargestellte weitere Bewegungseinheit 1 angeordnet sein kann und in dessen Bereich ebenfalls nicht dargestellte Eingänge 52 und/oder Ausgänge 54 einer Steuereinrichtung 7 angeordnet sein können, welche über Steckerverbindungen mit einer Steuereinrichtung 7 einer nicht dargestellten weiteren Bewegungseinheit 1 leitungsverbunden sein können. In der Antriebseinrichtung 5 oder im Bauteil 4 integriert befindet sich die pneumatische Verteilerleiste 55 und/oder die elektrische Verteilerschiene 72 mit dem Steuer-Modul 9. Die elektrische Verteilerschiene 72 ist über strichpunktiert dargestellte Steuerleitungen 49 mit den Melde- und/oder Überwachungsorganen 16 und die pneumatischen Verteilerleiste 55 über Leitungen 50, beispielsweise Pneumatikschläuche 51, mit den Schalt-Modulen 10 verbunden.

Wie in den gemeinsam beschriebenen Fig. 7 bis 9 ersichtlich, wird das Steuer-Modul 9 beispielsweise durch einen Mikroprozessor 127 gebildet, welcher über Steuerleitungen 49 bildende Leiterbahnen 128 mit einer einen Eingang 52 und/oder Ausgang 54 bildenden Schnittstelle 129 verbunden ist. Diese weist eine integrierte oder, wie dargestellt, eine externe Auswerteeinheit 130 auf, welche ebenfalls mit dem Mikroprozessor 127 verbunden ist. Weiters ist ein Speicher 131 zur Abspeicherung, insbesondere von Einzelbewegungen und ein als externe Schnittstelle 129 für externe Ein- und/oder Ausgabevorrichtungen 79 ausgebildeter Eingang 52 und/oder Ausgang 54 mit dem Mikroprozessor 127 verbunden. Darüber hinaus kann der Mikroprozessor 127 noch mit einem Treiber 132 verbunden sein, welcher zwischen Ausgängen 54 und dem Mikroprozessor 127 angeordnet ist, und mit einem D/A-Wandler 133 verbunden sein, welcher zwischen Eingängen 52, insbesondere für Meßorgane und/oder Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 und dem Mikroprozessor 127, angeordnet ist. Der Mikroprozessor 127 ist so ausgebildet, daß er eine oder mehrere der folgende Funktionen parallel oder seriell wahrnimmt:

- Initialisierungsmodus
- Steuerungsmodus
- Lernmodus
- Überwachungsmodus

Selbstverständlich ist es möglich, für jede dieser Funktionen einen eigenen Mikroprozessor 127 vorzusehen, diese Funktionen mittels konventioneller Steuerung zu verwirklichen oder sie in einer zentralen Kontrolleinheit 134 zu realisieren.

Der Initialisierungsmodus hat das Ziel, daß bei Herstellung der Verbindung zwischen dem Steuer-Modul 9 und der Kontrolleinheit 134 letzteren die Basisparameter des Steuer-Moduls 9 bzw. der Bewegungseinheit 1 übermittelt werden. Diese können beispielsweise in Form eines Programms übermittelt werden, welches die potentiellen Soll-Werte der Bewegungseinheiten 1, insbesondere des Pneumatikzylinders 13, an eine externe Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 oder

auf einem Bildschirm der Kontrolleinheit 134 aufscheinen läßt. Diese potentiellen Soll-Werte wie beispielsweise Verfahrenswege in x-, y-Richtung, Geschwindigkeiten, Kräfte können daher im Speicher 131 hinterlegt werden. Die Bedienperson kann nun die tatsächlichen, d.h. aktuellen Soll-Werte, beispielsweise den Weg, die Beschleunigung, die Verzögerung des Kolbens 36 des Pneumatikzylinders 13, entsprechend der individuellen Bewegungssituation festlegen. Dies kann beispielsweise derart durchgeführt werden, daß über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 oder über die Kontrolleinheit 134, die potentiellen Soll-Werte als variable Größen sichtbar gemacht werden, welche durch die Bedienperson mit dem entsprechenden aktuellen Soll-Werten versehen werden können. Überschreitet der von der Bedienperson eingegebene aktuelle Soll-Wert den hinterlegten potentiellen Soll-Wert, so kann beispielsweise eine Warnung an die Bedienperson erfolgen.

Eine derartige Initialisierung einer Bewegungseinheit 1 kann jedoch auch mittels Datenhandschuh und Simulation der Bewegungseinheit 1 unmittelbar am Steuer-Modul 9 erfolgen. Dabei vollführt die Bedienperson mit dem Datenhandschuh die konkret auszuführende Bewegung unmittelbar in der betreffenden Montagestation. Die Bewegungseinheit 1 vollführt diese Bewegungen des Datenhandschuhs vorzugsweise simultan und übermittelt die, durch Meßorgane und/oder die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 ermittelten Werte, beispielsweise x- und y-Komponenten, an den Mikroprozessor 127 und/oder an die Kontrolleinheit 134, wobei der Datenhandschuh über Eingänge 52 und/oder Ausgänge 54 mit der Steuereinrichtung 7 und/oder der Kontrolleinheit 134 vorzugsweise kuppelbar verbunden ist und die Bewegungsdaten an diese weiterleitet. Diese errechnen daraus eine Funktion der Bewegung und speichern sie als Programm ab. Insbesondere durch die Verwendung eines Datenhandschuhs als Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 kann der erforderliche Programmieraufwand erheblich reduziert werden und die Bewegungseinheit 1 entsprechend variabel eingesetzt werden. Die x- und y-Komponenten können aber auch durch ein dem GPS ähnliches, lokales Positioniersystem ermittelt werden. So kann beispielsweise bei Herstellung nicht dargestellter unterschiedlicher Montageteile 2 auf einer Montageanlage für jeden einzelnen Montageteil 2 und jede einzelne Bewegungseinheit 1 ein entsprechendes Programm rasch erstellt und gespeichert werden. Die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 kann jedoch auch als Keyboard, als Lesegerät für Chipkarten, Magnetkarten, CD's, Disketten oder Bänder ausgebildet sein.

In gleicher Weise können nun die anderen Steuer-Module 9 bzw. Bewegungseinheiten 1 initialisiert werden. Bei Verwendung eines Busleitungssystem wird das dem bereits initialisierten Steuer-Modul 9 nachfolgende Steuer-Modul 9 an ersteres über die nicht dargestellte Busleitung 97 angeschlossen. Dabei erfolgt die Übermittlung der potentiellen Soll-Werte an die zentrale Kontrolleinheit 134 unter Umgehung des vorhergehenden Steuer-Moduls 9. Die Bedienperson kann nun auch für dieses weitere Steuer-Modul 9 die aktuellen Soll-Werte festlegen, welche in der Kontrolleinheit 134 oder im Speicher 131 als Daten oder in Programmform gespeichert werden können. In dieser Weise kann für jedes einzelne Steuer-Modul 9 das entsprechende Handlingprogramm vorgegeben werden.

Da jedoch vielfach die Aktivierung eines Steuer-Modul 9 vom Handlingparameter eines anderen Steuer-Modul 9 abhängig sein kann, ist auch eine Verknüpfung der einzelnen Handlingprogramme der Steuer-Module 9 erforderlich. Dies kann über die Kontrolleinheit 134 und/oder die Steuer-Module 9 selbst erfolgen. Zu diesem Zwecke kann beispielsweise nach erfolgter Initialisierung eines Steuer-Moduls 9, d.h. nach erfolgter Festlegung der aktuellen Soll-Werte dieses in Dialogform der Bedienperson die Frage "Startsignal?" stellen. Dieses Startsignal ist als frei definierbare Variable gebildet, welche von der Bedienperson eingesetzt wird. Die Bedienperson kann dabei ein Signal einer anderen Bewegungseinheit 1 insofern verwenden, als diese ändert Bewegungseinheit 1, d.h. das andere Steuer-Modul 9 veranlaßt, ein Überwachungssignal, welches von den Melde- und/oder Überwachungsorganen 16 dieser weiteren Bewegungseinheit 1 über beispielsweise den D/A-Wandler 133 an den Mikroprozessor 127 weitergeleitet wird und über die Schnittstelle 129 als an die das Startsignal benötigende Bewegungseinheit 1 adressierter Datenbus weiterleitet, welcher in die Variable "Startsignal?" eingesetzt wird. Eine derartige Verknüpfung verschiedener Steuer-Module 9, d.h. verschiedener Bewegungseinheiten 1, kann jedoch auch über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 eines Steuer-Moduls 9 erfolgen.

Der Steuermodus wird folgendermaßen erfüllt:

Die Schnittstelle 129 ist mit einer Zentralverbindungsleitung 135 verbunden, welche als serielle

oder parallele Busleitung 136 ausgebildet ist und zu zumindest einer Kontrolleinheit 134 sowie zu weiteren Bewegungseinheiten 1 führt. Von der Kontrolleinheit 134 und/oder von einem oder mehreren weiteren Steuer-Module 9 erhält die Schnittstelle 129 einen oder mehrere, mit einer Adresse versehene Datensätze. In der Auswerteeinheit 130 wird ein Vergleich dieser Adressen mit der Adresse des Steuer-Moduls 9 durchgeführt, wo bei Übereinstimmung der Adressen das Steuer-Modul 9 mit dem übermittelten Datensatz beaufschlagt wird. Ein derartiger Datensatz kann im vorliegenden Beispiel lediglich ein Startimpuls für das Steuer-Modul 9 und damit für die betreffende Bewegungseinheit 1 sein, welcher beispielsweise von einem Steuer-Modul 9 einer anderen Bewegungseinheit 1, die ihre Aufgaben erfüllt hat, gesendet wird.

Dabei kann, wie bereits oben beschrieben, die Bedienerperson mittels der Kontrolleinheit 134 oder einer externen Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 den Mikroprozessor 127 des Steuer-Moduls 9 dieser anderen Bewegungseinheit 1 anweisen, ein über ein Melde- und/oder Überwachungsorgan 16 aufgenommenes Signal, beispielsweise eine Position des Pneumatikzylinders 13 über die Schnittstelle 129 an ein Steuer-Modul 9 einer Bewegungseinheit 1 adressiert in die Busleitung 136 einzuspeisen, wodurch dieses Signal an die Schnittstelle 129 des Steuer-Moduls 9 der Bewegungseinheit 1 gelangt und in den Mikroprozessor 127 dieses Steuer-Moduls 9 eingespeist wird, wo es als Startimpuls für das von der Bedienerperson im Zuge des Initialisierungsmodus im Speicher 131 des Steuer-Moduls 9 oder in der zentralen Kontrolleinheit 134 festgelegten Programms für diese Bewegungseinheit 1 herangezogen wird.

Mit Eintreffen des Startimpulses im Mikroprozessor 127 beginnt nun dessen Programm zu laufen. Dabei wird über den Treiber 132, falls einer vorhanden ist, ein oder mehrere Schalt-Module 10 über eine oder mehrere Steuerleitungen 49 beaufschlagt, sodaß beispielsweise eine als Antrieb 48 der Schalt-Module 10 ausgebildete Spule mit Strom durchflossen wird und einen Ventilkörper mittels Magnetkraft bewegt. Dadurch wird beispielsweise über die in Fig. 4 dargestellte Anschlußöffnung 82 des Pneumatikzylinders 13 dieser mit Luftdruck beaufschlagt und fährt beispielsweise mit konstanter Geschwindigkeit aus. Es ist aber auch möglich, statt herkömmlicher Pneumatikventile 11 Servoventile einzusetzen und damit die Geschwindigkeit des Kolbens 36 veränderbar auszugestalten.

Erreicht nun der Kolben 36 eine Position, welche mit dem Meßorgan und/oder dem in Fig. 4 dargestellten Melde- und/oder Überwachungsorgan 16 ermittelt und/oder im Programm des Mikroprozessors 127 veränderbar vorgegeben werden kann, so kommt ein Impuls über eine Steuerleitung 49 zum Mikroprozessor 127, der ein entsprechendes Signal an das Schalt-Modul 10, d.h. an den Antrieb 48 eines Pneumatikventils 11 sendet und beispielsweise die Luftzufuhr des Pneumatikzylinders 13 beendet und dessen Bewegung stoppt. Selbstverständlich kann aber auch in der Kontrolleinheit 134 die Auswertung von als Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 ausgebildete Sensoren 137 und die Ansteuerung bzw. Beaufschlagung einzelner Aktoren 138 einer Bewegungseinheit 1 beispielsweise direkt über die zentrale Busleitung 136 erfolgen. Darüber hinaus sollen diese Schalt- und Steuer-Vorgänge nicht einschränkend verstanden werden und nur ein einfaches Beispiel eines Steuer-Moduls 9 darstellen. Weiters kann die Datenübermittlung zwischen der Steuereinrichtung 7 und der Kontrolleinheit 134 und/oder von den einzelnen Bestandteilen der Steuereinrichtung 7 zu dieser optisch mittels Laser oder beispielsweise mittels Infrarot oder Ultraschall erfolgen.

Wie bereits angeführt, weist das Steuer-Modul 9 auch einen Lernmodus auf. Dabei wird, wie bereits beim Steuermodus, beispielsweise eine vom Kolben 36 zu erreichende Position, d.h. ein Soll-Wert im Programm des als Logikelement 139 ausgebildeten Mikroprozessors 127 vorgegeben und beispielsweise mittels eines Meßorgans, insbesondere einer Wegmeßvorrichtung ermittelt.

Erreicht der Kolben 36 diese Position, so wird der entsprechende Impuls einer ein Melde- und/oder Überwachungsorgan 16 bildenden Wegmeßvorrichtung im Mikroprozessor 127 ausgewertet und der erforderliche Impuls an das Schalt-Modul 10 abgegeben, welches die Energiezufuhr zur Antriebseinrichtung 5 stoppt. Aufgrund der kinematischen Energie des Kolbens 36 kann es dabei aber, trotz Beendigung der Luftzufuhr, zu einer Bewegung des Kolbens 36 über die vorgegebene Position hinaus kommen, worunter die Positioniergenauigkeit der Bewegungseinheit 1 leiden kann.

Über die Wegmeßvorrichtung wird nun die tatsächliche Position, d.h. der Ist-Wert der Bewegungseinheit 1, insbesondere des stillstehenden Kolbens 36 ermittelt und in den Mikroprozessor

127 und/oder in die zentralen Kontrolleinheit 134 weitergeleitet, wo der Ist-Wert mit dem Soll-Wert verglichen und die Differenz der Sollposition und der Ist-Position des Kolbens 36 ermittelt wird. Nach Ermittlung der Differenz gibt der Mikroprozessor 127 einen Impuls zum Öffnen eines Schalt-Moduls 10, wodurch der Kolben 36 um die Differenz beispielsweise gedrosselt zurück bewegt wird und so die exakte Position erreicht wird, d.h. der Ist-Wert an den Soll-Wert angepaßt wird. Diese Differenz wird weiters beim nächsten Bewegungszyklus herangezogen, um das Schalt-Modul 10 nicht erst bei Erreichen der Sollposition zu betätigen, sondern um die errechnete Differenz früher. Das bedeutet, daß der Ist-Wert als Soll-Wert definiert wird, welcher einen beispielsweise in Hinblick auf Zykluszeit, Verschleiß, Erschütterung, u.a. optimierten Zeitwert darstellt. Ein derartiger Lernmodus ist insbesondere zur Erhöhung der Beschleunigung des Kolbens 36 und einer entsprechenden Dämpfung, d.h. Verzögerung des Kolbens 36 von Vorteil. Der Vorteil einer derartigen Lernfunktion liegt insbesondere darin, daß bei Verwendung von Servoventilen die Kolben 36 der Pneumatikzylinder 13 beschleunigt oder verzögert werden und dadurch eine Veränderung der kinematischen Energie des Kolbens eintritt, was die Verzögerung des Kolbens im Hinblick auf eine exakte Positionierung erschwert.

Ein weiteres Beispiel für den Lernmodus kann bei Verwendung entsprechender Sensoren 137, insbesondere Mikrosensoren, die Belastungen und damit den Verschleiß der Bewegungseinheit reduzieren. So kann beispielsweise, wie in Fig. 1 gezeigt, am Werkstückträger 20, insbesondere auf dessen Oberseite 31 ein als Melde- und/oder Überwachungsorgan 16 ausgebildeter Erschütterungssensor angebracht sein, der seine Daten drahtlos oder leitungsgebunden an das Steuer-Modul 9 und/oder an die Kontrolleinheit 134 übermittelt. Ein derartiger Erschütterungssensor und/oder Kraftsensor kann jedoch auch an der Bewegungseinheit 1 beispielsweise am Bauteil 3 und/oder Bauteil 4 angeordnet sein.

Wird nun beispielsweise nach dem Initialisierungsmodus der erste Zyklus der Bewegungseinheit 1 durchgeführt und fährt wie aus Fig. 1 zu entnehmen beispielsweise ein Greifer mit einem Montageteil 2 zu "hart" auf den Werkstückträger 20, bzw. auf eine Aufnahme 32 für den Montageteil 2 auf, so meldet der Erschütterungssensor den Wert der Erschütterung an das Steuer-Modul 9 und/oder an die Kontrolleinheit 134. Diese werten den Meßwert aus und errechnen bei Überschreiten eines bestimmten vorgebbaren Zielwertes, beispielsweise über Rechenalgorithmen wie Fuzzy-Logik, neuronale Netze oder genetische Algorithmen, eine neue Endposition des Greifers, bei deren Erreichen der Montageteil 2 nicht mehr "so hart" in die Aufnahme 32 eingelegt wird, was vorzugsweise über eine nachfolgend beschriebene Endlagendämpfung erreicht wird. Die relative Anzahl der Zyklen zwischen zwei aufeinander folgenden Anpassungen der Positionen der Bauteile 3, 4 kann dabei der Festlegung eines Wartungsplanes dienen. Dadurch ist es nun möglich auf Basis des vorgebbaren Soll-Wertes eine optimale Fahrkurve der Bewegungseinheit 1 zu ermitteln und die Schalt-Module 10 entsprechend anzusteuern.

Es ist aber auch möglich, über Druckmessung den Verschleiß zu ermitteln und damit Wartungsprognosen zu erstellen. So wird beispielsweise bei der Initialisierung der Druck in der Zuluftleitung des Pneumatikzylinders 13 über einen Drucksensor ermittelt und im Speicher 131 gespeichert. Zyklisch erfolgt eine Ermittlung der aktuellen Drücke. Infolge eines Verschleißes, beispielsweise im Bereich des Kolbens 36 und des Zylinderrohres 15 oder der ebenfalls als Führungsvorrichtung 6 ausgeführten, in Fig. 6 dargestellten Linearführung 119 nimmt die Gleitreibung ab, was zu einer Reduzierung der Reibungskräfte und damit unmittelbar zu einer Reduzierung des Druckes führt. Dieser Druckabfall signalisiert somit den Verschleißgrad der betreffenden Elemente und kann, wie bereits beschreiben, für die Modi der Bewegungseinheit 1 als Parameter herangezogen werden.

Mit dem ebenfalls vorgesehenen Überwachungsmodus kann nun beispielsweise eine exakte Wartung und Instandhaltung der Bewegungseinheit 1 stattfinden. Der Mikroprozessor 127 zählt beispielsweise die absolute Anzahl der durchgeführten Zyklen und die relative Zyklusanzahl zwischen zwei aufeinanderfolgenden Korrekturen der Parameter aufgrund des Lernmodus. Nimmt nun die relative Zyklusanzahl so weit ab, daß eine vorgebbare Mindestzyklusanzahl unterschritten wird, so liefert der Mikro-Prozessor 127 ein Instandsetzungssignal entweder unmittelbar an die Kontrolleinheit 134 oder über die externe Schnittstelle 129 an externe Ein- und/oder Ausgabevorrichtungen 79. Das Instandsetzungssignal wird in einer Beziehung zur absoluten Zyklusanzahl gesetzt und es kann daraus ein Wartungsplan für die Zukunft erstellt werden.

Selbstverständlich kann der Verschleiß aber auch direkt beispielsweise durch Oberflächenrauheitsmessungen und/oder durch kontinuierliche Vermessung der Objekte, beispielsweise des Kolbens 36 oder der Dichtringe ermittelt werden. Vor allem in den Bereichen Steuerungs- und Lernmodus können bestimmte Bewegungsmodi für die Bewegungseinheit 1, wie beispielsweise "Normalfahrt", "Langsamfahrt" oder "Eilfahrt" von Positionierwegen und Geschwindigkeitsprofilen 140 vorgegeben werden.

Die Funktionen der Bewegungseinheit 1 sollen nun anhand einer in Fig. 8 dargestellten Steuerung für variable Geschwindigkeiten und Endlagendämpfung eines Kolbens 36 in einer vorbestimmbaren Position erläutert werden.

Ausgangspunkt ist dabei die aus der Taktzeit einer Montageanlage sich ergebende, beispielsweise zur Verfügung stehende Bewegungszeit einer Bewegungseinheit 1, insbesondere eines doppelt wirkenden Pneumatikzylinders 13. Diese sollte beispielsweise bei 70 ms liegen. Wie aus Fig. 9 besser ersichtlich, ergibt sich daraus das Geschwindigkeitsprofil 140. Der Pneumatikzylinder 13 wird zum Zeitpunkt und/oder bei Position 141 auf einer Seite 142 mit Druckluft beaufschlagt. Diese kommt von einer zentralen oder dezentralen Druckluftversorgung 143, welche an einem als Schalt-Modul 10 ausgebildeten, elektrisch betätigten 4/2-Wege-Ventil 144 angeschlossen ist. Das elektrisch betätigte 4/2-Wege-Ventil 144, beispielsweise der als Spule ausgebildete Antrieb 145 ist über eine Steuerleitung 49 und dem Treiber 132 mit dem Mikroprozessor 127 verbunden, der über die Schnittstelle 129, die Auswerteeinheit 130 und die Busleitung 136 das Startsignal von der Kontrolleinheit 134 oder einem Steuer-Modul 9 einer anderen Bewegungseinheit 1 erhält.

Durch dieses Startsignal wird das 4/2-Wege-Ventil 144 geschaltet und eine Leitung 146 unter Druck gesetzt. Dabei wird ein als Schalt-Modul 10 ausgebildetes Drosselrückschlagventil 147 in Strömungsrichtung zum Pneumatikzylinder 13 freigegeben und die Druckluft erreicht ungedrosselt ein elektrisch betätigtes 3/2-Wege-Ventil 148. Ein Antrieb 149 dieses Ventiles ist über eine eigene Steuerleitung 49 oder über die Steuerleitung 49 des 4/2-Wege-Ventils 144 mit dem Mikroprozessor 127 verbunden und ist beim Vorlauf des Kolbens 36 unbetätigt, sodaß ein freier Durchlauf der Druckluft zur Seite 142 gegeben ist.

Gleichzeitig (zum Zeitpunkt oder Position 141) mit dem Start-Impuls am 4/2-Wege-Ventil 144 wird ein Impuls über eine Steuerleitung 49 an ein weiteres 3/2-Wege-Ventil 150, beispielsweise lediglich vom Mikroprozessor 127 und nicht von der Kontrolleinheit 134 übertragen, welches mit der Seite 151 des Pneumatikzylinders 13 verbunden ist und in diesem betätigtem Zustand die Seite 151 beispielsweise über einen Schalldämpfer 152 vollständig entlüftet. Der Kolben 36 kann nun mit vollen Druck auf Seite 142 beschleunigt werden und erreicht beim, im Mikroprozessor 127 oder in der Kontrolleinheit 134 vorgebbaren Zeitpunkt 153 die Position 154. Zum Zeitpunkt 153 wird der Impuls vom Mikroprozessor 127 zum weiteren 3/2-Wege-Ventil 150 abgeschaltet, wodurch dieses beispielsweise federkraftbetätigt in ihre Ruhelage zurück bewegt wird und der Auslaß der Druckluft von der Seite 151 nicht mehr über einen Schalldämpfer 152, sondern mit Gegendruck durch ein weiteres Drosselrückschlagventil 155 erfolgt, wodurch die Kolbengeschwindigkeit bis zum Erreichen von Position 15 reduziert wird.

Bei Position 156 beginnt entweder eine in Fig. 10 nicht dargestellte Verweilzeit, während deren eine beispielsweise an der Kolbenstange 38 angeordnete weitere Bewegungseinheit 1 ihre Aufgabe erfüllt, oder es beginnt der Rücklaufvorgang des Kolbens 36. Dazu wird der Impuls auf dem Antrieb 145 des 4/2-Wege-Ventils 144 aufgehoben, wodurch dieses durch die Federkraft seine Ruhelage einnimmt. In dieser strömt nun die Luft in eine Leitung 157 in Richtung zur Seite 151. Dabei wird das Drosselrückschlagventil 155 ungedrosselt in Richtung des zweiten 3/2-Wege-Ventils 150 durchströmt, dessen Antrieb 149 nicht beaufschlagt wird und somit die Druckluft die Seite 151 erreicht.

Gleichzeitig bei Position 156 wird vom Mikroprozessor 127 ein Impuls an den Antrieb 149 des ersten 3/2-Wege-Ventils 148 abgegeben und dieses betätigt, wodurch die Seite 142 über einen Schalldämpfer 152 vollständig entlüftet wird. Der Kolben 36 bewegt sich nun mit maximaler Geschwindigkeit von Position 156 zu einer Position 158. Bei Erreichen von Position 158 wird der Impuls, d.h. die Spannung am Antrieb 149 des ersten 3/2-Wege-Ventils 148 aufgehoben, wodurch dieses federkraftbetätigt in seine Ruhelage zurückgeführt und den Weg in Richtung zum ersten Drosselrückschlagventil 147 freigibt, wodurch die aus der Seite 142 ausströmende Druckluft gedrosselt und der Kolben 36 abgebremst wird. Sowohl in der Position 141 als auch in der Position

156 können - in Fig. 6 dargestellt - Feststellvorrichtungen 122 beispielsweise in Form von schaltbaren Endanschlüssen angeordnet sein, welche selbst als Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 fungieren können oder aber zusätzliche Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 aufweisen. Ist ein solches in Position 141 angeordnet, so würde beispielsweise ein Impuls über eine eigene Steuerleitung 49 oder eine Zentralverbindungsleitung 135 an den Mikroprozessor 127 geleitet, welcher dieses Signal über die Auswerteeinheit 130 und die Schnittstelle 129 an die Kontrolleinheit 134 weiterführt und/oder selbst zu einem Impuls verarbeitet, in dem er das beispielsweise im Speicher 131 angelegte Programm beendet.

Selbstverständlich kann statt der Zeitsteuerung eine Wegmessung in der Antriebseinrichtung 5 erfolgen und entsprechend vorgegebener Positionen die beschriebenen Impulse erzeugt und verteilt werden. Die genannten Schalt-Module 10, d.h. das 4/2-Wege-Ventil 144, die 3/2-Wege-Ventile 148, 150 und die Drosselrückschlagventile 147, 155 stellen nur Beispiele dar und können selbstverständlich entsprechend unterschiedlicher Steuerungsfunktionen durch andere Schalt-Module 10 ersetzt und/oder ergänzt werden.

Eine Schwierigkeit der einzelnen Modi liegt darin, einen Referenzparameter zu schaffen, welcher den Ausgangspunkt für die Verknüpfung der einzelnen Steuer-Module 9 bzw. Bewegungseinheiten 1 bildet. Ein derartiger Referenzparameter kann beispielsweise die Geschwindigkeit eines Pneumatikzylinders 13 und damit die Taktzeit einer Bewegungseinheit 1 sein. Hierbei kann nun im Zuge des Initialisierungsmodus die Taktzeit jeder einzelnen Bewegungseinheiten 1 ermittelt und beispielsweise in die zentrale Kontrolleinheit 134 weitergeleitet werden. Dort erfolgt ein Vergleich sämtlicher Taktzeiten der Bewegungseinheiten 1 untereinander und eine Ermittlung der "langsamsten" Bewegungseinheit 1, d.h. die Feststellung der größten Taktzeit der Bewegungseinheiten 1. Auf diese Taktzeit erfolgt dann die Abstimmung der Taktzeiten der übrigen Bewegungseinheiten 1, beispielsweise mit Hilfe des Lernmodus.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 10 und 11 ist nun beispielhaft der Ablauf des Initialisierungsmodus in Kombination mit dem Lernmodus zur Optimierung von Soll-Werten in Hinblick auf die Zykluszeit dargestellt. Soll nun eine Montageanlage aus mehreren nicht dargestellten Bewegungseinheiten 1 zusammengesetzt werden, so wird mit dem Verfahrensschritt 159 begonnen. In diesem erfolgt eine Auswahl einer zu optimierenden physikalischen Zielgröße in der in Fig. 7 dargestellten zentralen Kontrolleinheit 134 und/oder im Steuer-Modul 9 aus einer bestimmten Menge derartiger physikalischer Zielgrößen. Diese können beispielsweise die maximale Geschwindigkeit, der minimale Stoß oder die notwendige Geschwindigkeit sein. Die notwendige Geschwindigkeit einer Bewegungseinheit 1 orientiert sich dabei an jener Bewegungseinheit 1, welche für einen bestimmten von ihr durchzuführenden Montageschritt aus Verfahrensgründen die größte Zeit in Anspruch nimmt. Da diese "langsamste" Bewegungseinheit 1 die Taktzeit der gesamten Montageanlage bestimmt, ist es nicht erforderlich, daß andere Bewegungseinheiten 1, welche "schneller" sind als die "langsamste" Bewegungseinheit 1, die von ihr durchzuführenden Montageschritte in deren minimalen möglichen Einzeltaktzeit vollführen.

Paßt man die Einzeltaktzeiten, d.h. die Einzelgeschwindigkeiten der verschiedenen Bewegungseinheiten 1 jener der "langsamsten" Bewegungseinheit 1 an, so kann dadurch ein unnötiger Verschleiß in den potentiell schnelleren Bewegungseinheiten 1 vermieden werden. Nach dem Verfahrensschritt 159 erfolgt die Sequenz 160. In dieser wird die Verbindung zwischen der zentralen Kontrolleinheit 134 und der ersten Bewegungseinheit 1 bzw. des ersten Steuer-Moduls 9 beispielsweise über die Busleitung 136 hergestellt. Im Anschluß daran erfolgt Vorgang 161. In diesem werden die im Steuer-Modul 9 insbesondere im Speicher 131 festgelegten potentiellen Soll-Werte der Bewegungseinheit 1 beispielsweise maximale Verfahrswege in x- und y-Richtung an die zentrale Kontrolleinheit 134 automatisch durch Herstellung der Verbindung in Sequenz 160 übermittelt. Danach schließt Verfahrensschritt 162 an, in dem nun die der entsprechenden Montagesituation der Bewegungseinheit 1 angepaßten aktuellen Soll-Werte der Bewegungseinheit 1 bzw. des Steuer-Moduls 9 an der zentralen Kontrolleinheit 134 oder beispielsweise an einer externen Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 79 vorgegeben werden. Ist Verfahrensschritt 162 abgeschlossen, so erfolgt Sequenz 163, welche durch den Lernmodus gebildet wird.

Dieser ist nun in Fig. 11 genauer dargestellt. Der Lernmodus beginnt mit Vorgang 164, bei dem das mit Soll-Werten programmierte Steuer-Modul 9 bzw. die Bewegungseinheit 1 manuell und extern gestartet wird, worauf Verfahrensschritt 165 anschließt. In diesem erfolgt nun die Betätigung

der Schalt-Module 10 der Bewegungseinheit 1 entsprechend den eingegebenen aktuellen Soll-Werten. Haben die Schalt-Module 10 ihre vorgegebenen Abläufe beendet und hat damit die Bewegungseinheit 1 beispielsweise ihre entsprechend den Soll-Werten vorgegebene Soll-Position erreicht, so erfolgt in der Sequenz 166 eine Ermittlung der Ist-Werte, d.h. beispielsweise der tatsächlichen Ist-Positionen der Bauteile 3, 4 der Bewegungseinheit 1. Anschließend wird im Vorgang 167 ein Vergleich der ermittelten Ist-Werte mit den eingegebenen Soll-Werten durchgeführt und bei mangelnder Übereinstimmung zum Beginn des Verfahrensschrittes 165 zurückgegangen und damit eine weitere Betätigung der Schalt-Module 10 sowie eine Positionsänderung der Elemente, z.B. der Bauteile 3, 4 der Bewegungseinheit 1 durchgeführt. Ist der Soll-Ist-Vergleich im Vorgang 167 erfolgreich, d.h. stimmen die Ist-Werte mit den Soll-Werten überein, so erfolgt eine Speicherung der Ist-Zielgröße der betreffenden Bewegungseinheit 1 in der Sequenz 168. Welche Zielgröße aus einer möglichen Mehrzahl von Ist-Zielgrößen gespeichert werden soll, bestimmt sich dabei nach der in Verfahrensschritt 159 durchgeführten Auswahl der zu optimierenden physikalischen Zielgröße.

Nach erfolgtem Lernmodus der einzelnen Bewegungseinheiten 1, erfolgt in Verfahrensschritt 169 eine Abfrage, ob nun der Verfahrensschritt 159, die Sequenz 160, der Vorgang 161, der Verfahrensschritt 162 und die Sequenz 163 für sämtliche Steuer-Module 9 bzw. sämtliche Bewegungseinheiten 1 durchgeführt ist. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt ein Rückschritt zum Beginn der Sequenz 160, wodurch der eben beschriebene Ablauf für ein weiteres Steuer-Modul 9 bzw. eine weitere Bewegungseinheit 1 durchgeführt wird. Sind jedoch alle Steuer-Module 9 bzw. Bewegungseinheiten 1 derart initialisiert bzw. haben diese ihre optimalen Einstellungen gelernt, so erfolgt im Vorgang 170 die Ermittlung des gemeinsamen Zielwertes aller Bewegungseinheiten 1 aus der Menge der in der Sequenz 163 ermittelten und gespeicherten Ist-Zielgrößen der einzelnen Bewegungseinheiten 1.

Dieser Zielwert kann beispielsweise, wie bereits angegeben, die Taktzeit der "langsamsten" Bewegungseinheit 1 sein, welche die notwendige Geschwindigkeit für sämtliche Bewegungseinheiten 1 vorgibt. Im Vorgang 171 erfolgt nun beginnend mit der ersten Bewegungseinheit 1, ein Vergleich der Ist-Zielgröße mit dem Zielwert. Stimmen diese nicht überein, so erfolgt Verfahrensschritt 172, welcher beispielsweise durch die Sequenz 163, d.h. durch den Lernmodus, gebildet wird. Nach erfolgtem Lernmodus, d.h. nach Beendigung der Sequenz 163 und Anpassung der Ist-Werte der Bewegungseinheit 1 an den Zielwert erfolgt wiederum Vorgang 171, d.h. neuerlich ein Vergleich der Ist-Zielgröße der ersten Bewegungseinheit 1 mit dem Zielwert. Stimmen diese beiden nicht überein, so wird wieder zurückgegangen bis zum Beginn des Verfahrensschrittes 172, d.h. zum Lernmodus. Ist der Vergleich jedoch erfolgreich, d.h. stimmen diese beiden überein, so erfolgt in Sequenz 173 eine Abfrage, ob alle Ist-Zielgrößen aller Bewegungseinheiten 1 bzw. aller Steuer-Module 9 mittels Vorgang 171 mit dem Zielwert verglichen und angepaßt wurden.

Ist dies nicht der Fall, so erfolgt ein Rückschritt bis zum Beginn des Vorganges 171, wo nun die Ist-Zielgröße einer weiteren Bewegungseinheit 1 mit dem Zielwert verglichen wird. Stimmt die Ist-Zielgröße mit dem Zielwert, welche im Vorgang 171 verglichen werden, überein, so erfolgt ein Weitergehen bis zum Beginn der Sequenz 173. Wird durch Sequenz 173 ermittelt, daß alle Ist-Zielgrößen aller Bewegungseinheiten bzw. Steuer-Module 9 mit dem Zielwert verglichen sind, so erfolgt ein Weitergehen zu Vorgang 174, d.h. es beginnt beispielsweise der Steuermodus und/oder der Überwachungsmodus, wobei die Montageanlage ihren Betrieb aufnimmt.

Ergänzend sei erwähnt, daß Verfahrensschritte 159, 162, 165, 169, 172 und/oder Sequenzen 160, 163, 168, 170 und/oder Vorgänge 161, 164, 167, 170 sowohl in der zentralen Kontrolleinheit 134 als auch in einem einzelnen Steuer-Modul 9 einer Bewegungseinheit 1 oder in mehreren Steuer-Modulen 9 und mehreren Bewegungseinheiten 1 vorgegeben werden können.

In den gemeinsam beschriebenen Fig. 12 und 13 ist eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Bewegungseinheit 1 gezeigt. Diese ist grundsätzlich wie die in Fig. 4 bzw. 5 dargestellte Bewegungseinheit 1 aufgebaut. Die Bewegungseinheit 1 weist benachbart zur Außenfläche 41 Melde- und/oder Überwachungsorgane 16 und Schalt-Module 10 auf. Die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16, welche eigene Steuer-Module 9 und/oder Logikelemente 139 aufweisen können, besitzen vorzugsweise symmetrisch um die Mittelebene 106 angeordnete Kontaktierungsöffnungen 175, welche eine Leitungsverbindung zu einer aus beispielsweise zwei Einzelleitern 176 bestehenden Busleitung 136, welche die elektrische Verteilerschiene 72 bildet,

durchführt. Die Busleitung 136 kann jedoch auch als 3-Leiter-System ausgebildet sein, wovon ein Leiter als Not-Aus-Leiter ausgebildet ist, über den die Energieversorgung sämtlicher Aktoren 138 unterbrochen wird. Dabei weist das Melde- und/oder Überwachungsorgan 16 beispielsweise ein Initiatorelement 177, einen mit diesem verbundenen, das Logikelement 139 bildenden Elektronikbaustein 178 und Verbindungsleitungen 179 vom Elektronikbaustein 178 zu den Kontaktierungsöffnungen 175 auf, über welche die aufgenommenen Signale vom Initiatorelement 177 auf die Busleitung 136 übertragen wird.

Auch die Schalt-Module 10 weisen nicht dargestellte Kontaktierungsöffnungen 175 auf, über welche diese mit Energie über die Busleitung 136 versorgt werden. Die Busleitung 136 besitzt beispielsweise einen kreisförmigen Querschnitt, wodurch es ermöglicht wird, sowohl die Schaltmodule 10, als auch die Melde- und/oder Überwachungsorgane 16, insbesondere deren Position beliebig längs der Bewegungseinheit 1 zu verändern. Es ist jedoch auch möglich, die Busleitung 136 in Leitungen 50, insbesondere in einem Pneumatikschlauch 51 für die Schalt-Module 10 zu integrieren.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen einzelne Teile unproportional vergrößert dargestellt wurden, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Lösung zu verbessern. Des weiteren können auch einzelne Teile der zuvor beschriebenen Merkmalskombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele in Verbindung mit anderen Einzelmerkmalen aus anderen Ausführungsbeispielen, eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen bilden.

Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

#### Bezugszeichenaufstellung

25	1	Bewegungseinheit	41	Außenfläche
	2	Montageteil	42	Konsole
	3	Bauteil	43	4/2-Wege-Ventil
	4	Bauteil	44	Drosselrückschlagventil
30	5	Antriebseinrichtung	45	Drosselrückschlagventil
	6	Führungsvorrichtung	46	3/2-Wege-Ventil
	7	Steuereinrichtung	47	3/2-Wege-Ventil
	8	Teil	48	Antrieb
35	9	Steuer-Modul	49	Steuerleitung
	10	Schalt-Modul	50	Leitung
	11	Pneumatikventil	51	Pneumatikschlauch
	12	Pneumatikantrieb	52	Eingang
40	13	Pneumatikzylinder	53	Busstecker
	14	Abschlußelement	54	Ausgang
	15	Zylinderrohr	55	Verteilerleiste
	16	Melde- und/oder Überwachungsorgan	56	Leistenlänge
45	17	Näherungsschalter	57	Leistenbreite
	18	Transportvorrichtung	58	Leistenhöhe
	19	Antriebs- und/oder Führungsvorrichtung	59	Stirnfläche
	20	Werkstückträger	60	Öffnung
50	21	Antriebsachse	61	Kanal
	22	Mittelachse	62	Oberseite
	23	Antriebsrad	63	Öffnung
	24	Abstand	64	Zuluftkanal
55	25	Führungsrad	65	Abluftkanal

AT 410 771 B

	26	Fläche	66	Verbindungskanal
	27	Flankenfläche	67	Verbindungskanal
	28	Innenabstand	68	Oberseite
	29	Ausnehmung	69	Schalldämpfer
5	30	Radbreite	70	Unterseite
	31	Oberseite	71	Antrieb
	32	Aufnahme	72	Verteilerschiene
	33	Rolle	73	Kupplungsvorrichtung
10	34	Bohrung	74	Stecker
	35	Bolzen	75	Anzeigeelement
	36	Kolben	76	Display
	37	Kolbenfläche	77	Eingabevorrichtung
15	38	Kolbenstange	78	Tastatur
	39	Druckstück	79	Ein- und/oder Ausgabevorrichtung
	40	Gewindeabschnitt	80	Stirnseitenfläche
	81	Mehrfachstecker	121	Längselement
20	82	Anschlußöffnung	122	Feststellvorrichtung
	83	Zylinderinnenraum	123	Dämpfungsvorrichtung
	84	Kolbenplatte	124	Stoßdämpfer
	85	Flansch	125	Kugelbuchse
25	86	Kolbenkörper	126	Führungswelle
	87	Außenfläche	127	Mikroprozessor
	88	Schlitten	128	Leiterbahn
	89	Längsöffnung	129	Schnittstelle
	90	Oberseite	130	Auswerteeinheit
30	91	Schlittenhöhe	131	Speicher
	92	Unterseite	132	Treiber
	93	Schlitzhöhe	133	D/A-Wandler
	94	Stirnfläche	134	Kontrolleinheit
35	95	Schnittstelle	135	Zentralverbindungsleitung
	96	Innenstirnfläche	136	Busleitung
	97	Busleitung	137	Sensor
	98	Kupplungsvorrichtung	138	Aktor
40	99	Außenfläche	139	Logikelement
	100	Busleitung	140	Geschwindigkeitsprofil
	101	Schnittstelle	141	Position
	102	Auswerteeinheit	142	Seite
45	103	Führungsvorrichtung	143	Druckluftversorgung
	104	Länge	144	4/2-Wege-Ventil
	105	Schlitzbreite	145	Antrieb
	106	Mittelebene	146	Leitung
50	107	Tiefe	147	Drosselrückschlagventil
	108	Nut	148	3/2-Wege-Ventil
	109	Nutbreite	149	Antrieb
	110	Nuthöhe	150	3/2-Wege-Ventil
55	111	Vertiefungsnut	151	Seite

	112	Nutbreite	152	Schalldämpfer
	113	Bohrungsabstand	153	Zeitpunkt
	114	Verbindungskanal	154	Position
	115	Ventilpatrone	155	Drosselrückschlagventil
5				
	116	Bund	156	Position
	117	Kontaktelement	157	Leitung
	118	Befestigungsvorrichtung	158	Position
	119	Linearführung	159	Verfahrensschritt
10	120	Verbindungselement	160	Sequenz
	161	Vorgang		
	162	Verfahrensschritt		
	163	Sequenz		
15	164	Vorgang		
	165	Verfahrensschritt		
	166	Sequenz		
	167	Vorgang		
20	168	Sequenz		
	169	Verfahrensschritt		
	170	Vorgang		
	171	Vorgang		
25	172	Verfahrensschritt		
	173	Sequenz		
	174	Vorgang		
	175	Kontaktierungsöffnung		
30	176	Einzelleiter		
	177	Initiatorelement		
	178	Elektronikbaustein		
	179	Verbindungsleitung		

35

**PATENTANSPRÜCHE:**

1. Verfahren zum Betrieb von zumindest einer Bewegungseinheit, bei dem in einem Initialisierungsmodus der Bewegungseinheit zumindest ein aktueller Soll-Wert, wie ein Weg, eine Beschleunigung, eine Verzögerung des Kolbens oder Schlittens festgelegt wird, worauf Ist-Werte ermittelt und mit den aktuellen Soll-Werten verglichen werden und bei einer Abweichung des Ist-Wertes vom aktuellen Soll-Wert die Ist-Werte des Kolbens und/oder Schlittens der Bewegungseinheit durch Beaufschlagung über die Schaltmodule solange verändert werden, bis die aktuellen Soll-Werte erreicht werden, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebes der Bewegungseinheit ein potentieller Soll-Wert, insbesondere Positions- und/oder Bewegungsparameter, von zumindest einem der nachfolgenden Basisparameter wie ein Verfahrensweg in x-und/oder y-Richtung, die Geschwindigkeit, die Kraft oder die Position eines Kolbens oder Schlittens vordefiniert und in Form von Daten oder eines Programmes gespeichert wird, in einem weiteren Initialisierungsmodus der aktuelle Soll-Wert der Bewegungseinheit derart verändert wird, daß der potentielle Sollwert während des Betriebes erreicht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Positions- und/oder Bewegungsparameter aus einer Mehrzahl von Positions- und/oder Bewegungsparametern wie beispielsweise Erschütterung, Taktzeit, Position eines Kolbens, Kraft, oder Druck in einer Zuluftleitung während des Betriebes der Bewegungseinheit, als Zielgröße

55

festgelegt wird und in einem Lernmodus die aktuellen Soll-Werte der Basisparameter auf eine Ist-Zielgröße verändert werden, so daß bei den Ist-Werten der Basisparameter der aktuelle Soll-Wert der Bewegungseinheit eingehalten wird.

- 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der aktuelle Sollwert einer Bewegungseinheit durch Verändern der Zielgrößen anderer Bewegungseinheiten in einem Lernmodus erreicht wird.
- 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Bewegungseinheit ein Lernmodus durchgeführt wird, in welchem der Ist-Wert einer vorgegebenen Zielgröße ermittelt wird, worauf nach Abschluß des Lernmodus der letzten Bewegungseinheit diese Ist-Werte verglichen und einer als aktueller Sollwert für die Bewegungseinheit ausgewählt wird.
- 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach abgeschlossenem Lernmodus zur Optimierung der Bewegungseinheit in Hinblick auf eine Zykluszeit, Verschleiß, Erschütterung oder während desselben ein Überwachungsmodus beginnt, welcher das Intervall zweier aufeinanderfolgender Aktivierungen des Lernmodus erfaßt, speichert und mit weiteren derartigen Intervallen vergleicht und bei Erreichen eines Soll-Intervallwertes eine Wartungsinformation an eine zentrale Kontrolleinheit oder externe Ein- und/oder Ausgabevorrichtung weiterleitet.
- 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine absolute Anzahl von durchgeführten Zyklen der Bewegungseinheit und eine relative Zyklusanzahl derselben Bewegungseinheit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Korrekturen der Soll-Werte der Basisparameter aufgrund des Lernmodus gezählt wird.
- 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Lernmodus durch in einer Steuereinrichtung, insbesondere in einem Steuer-Modul angeordnete Fuzzy-Logik, neuronale Netzwerke oder genetische Algorithmen gebildet wird.

**HIEZU 10 BLATT ZEICHNUNGEN**

30

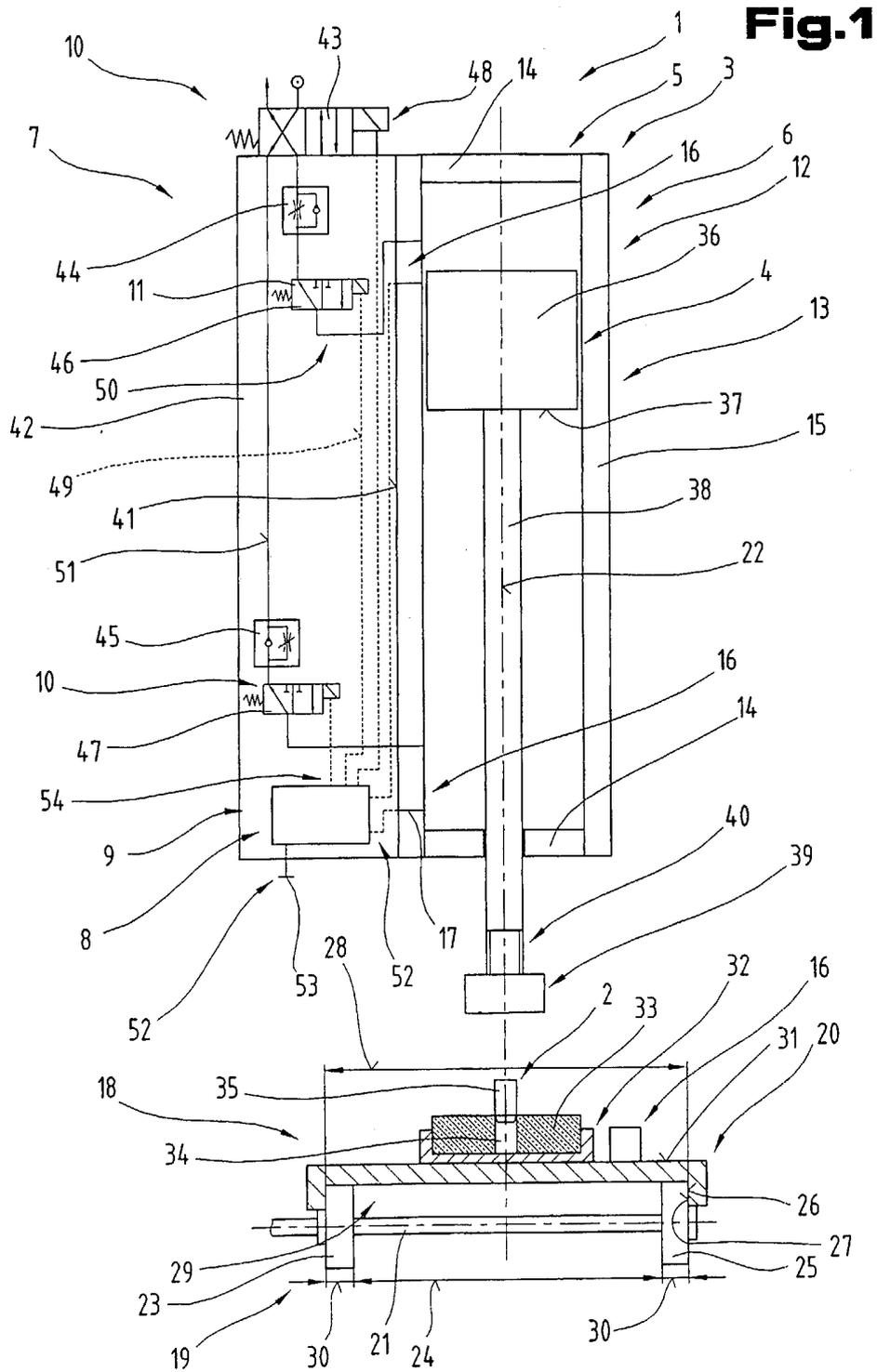
35

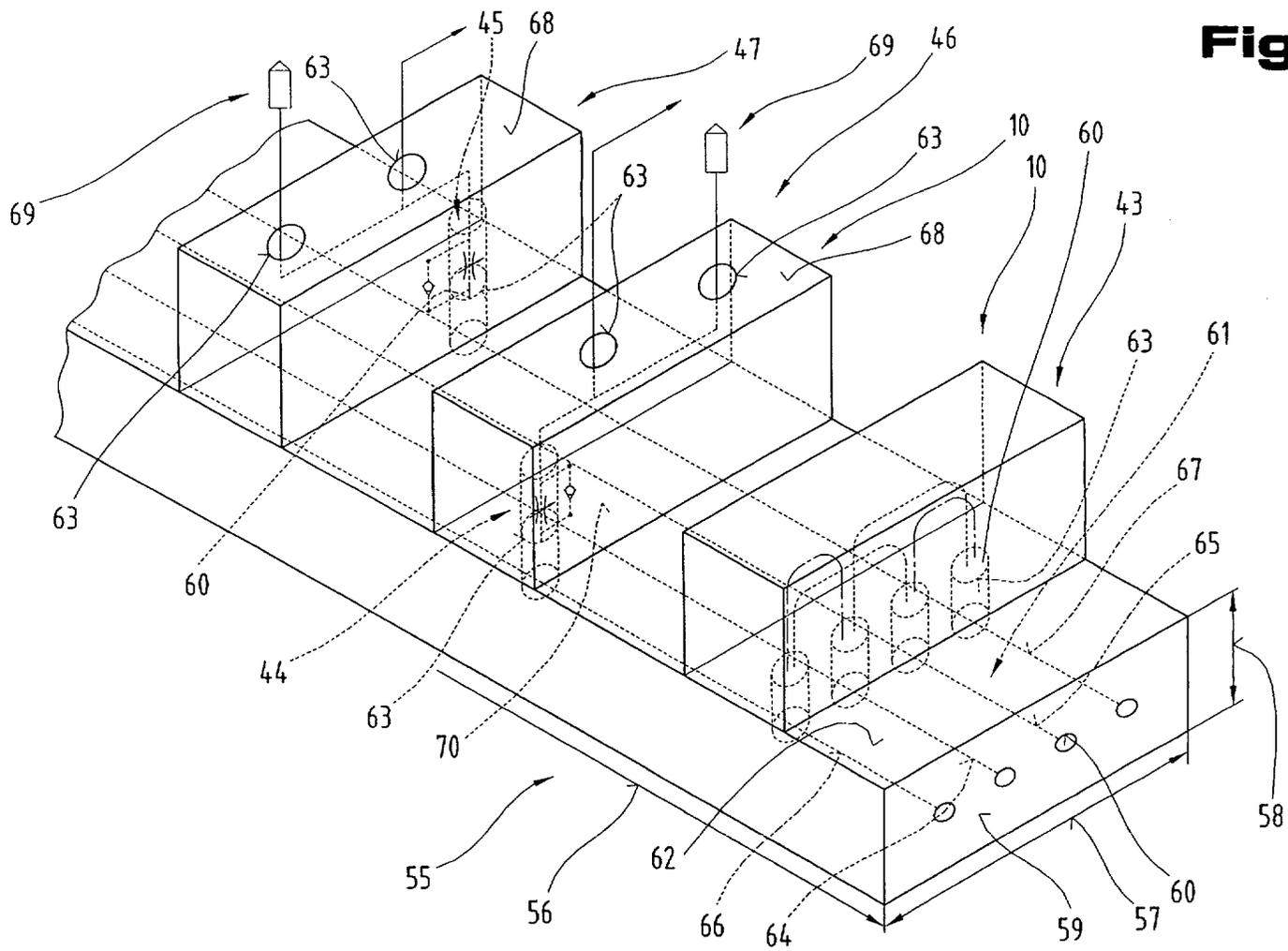
40

45

50

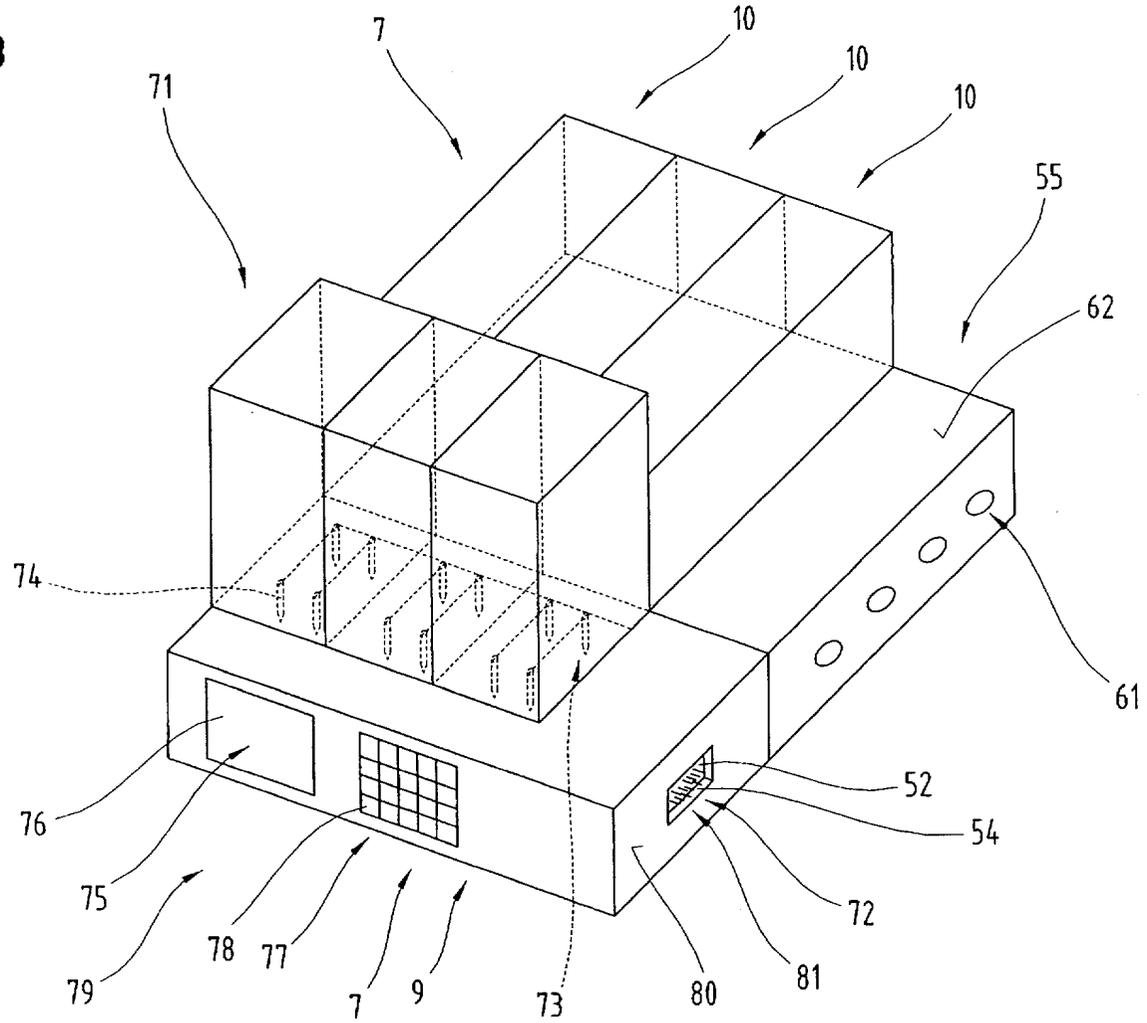
55



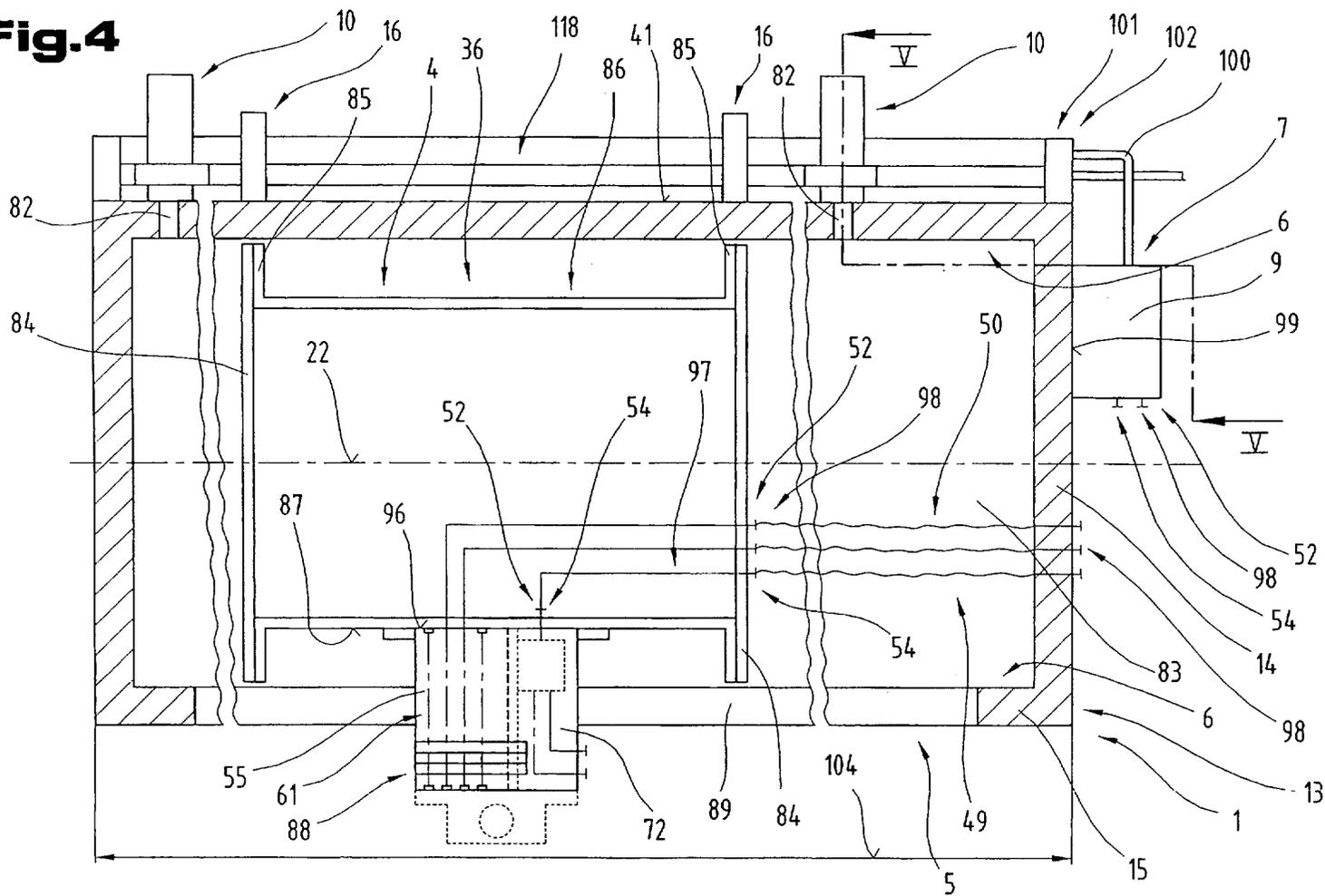


**Fig. 2**

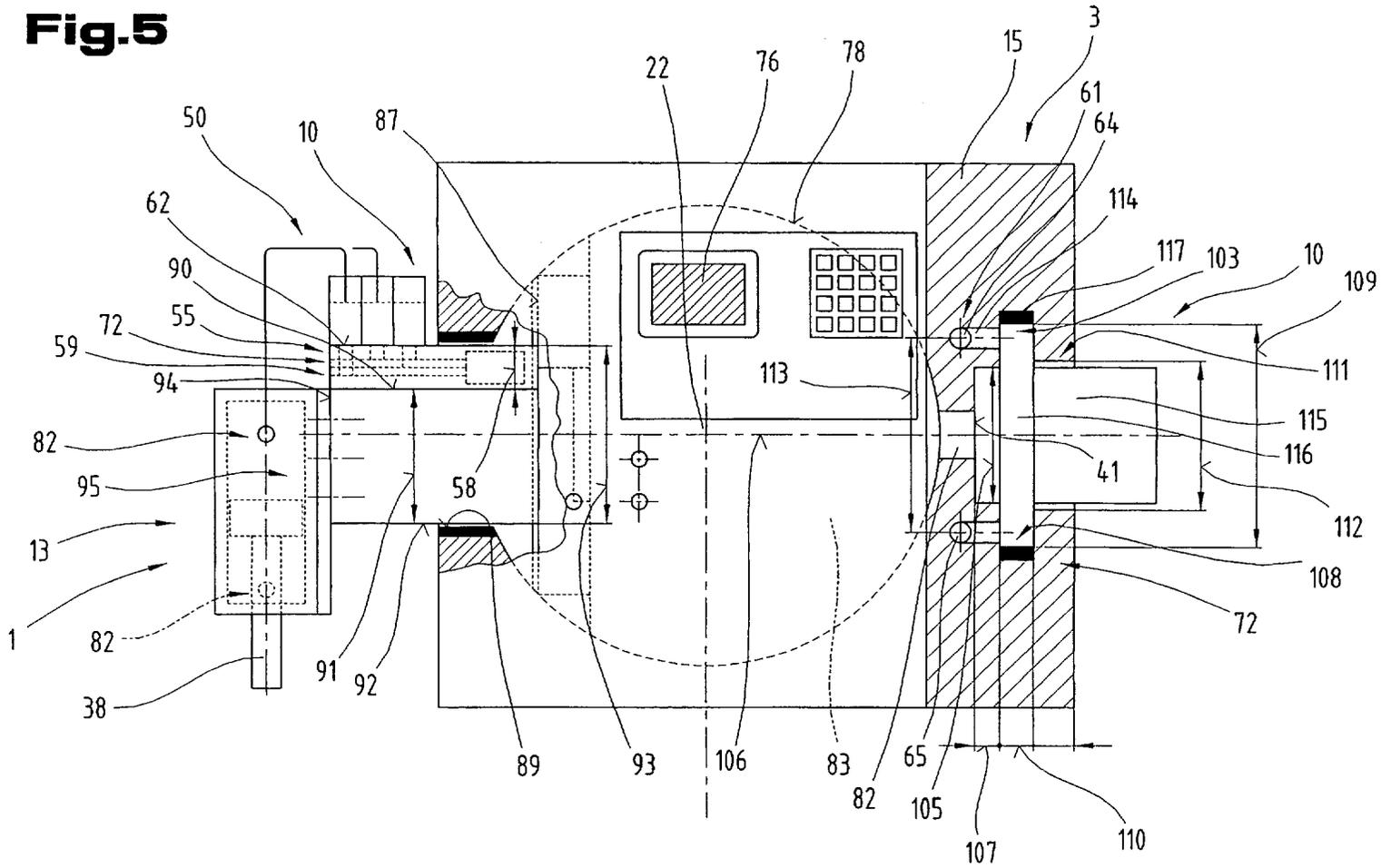
**Fig.3**



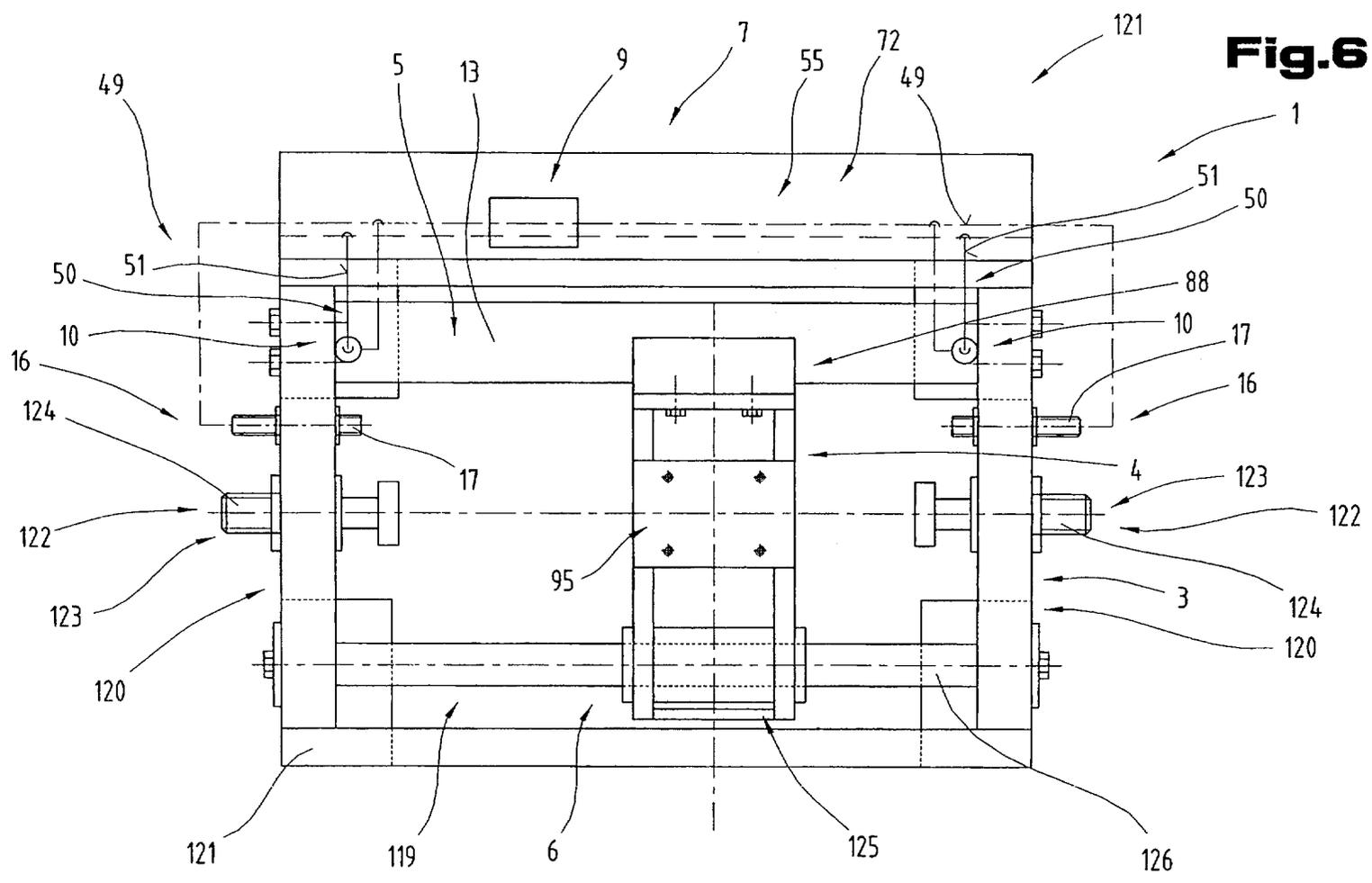
**Fig.4**



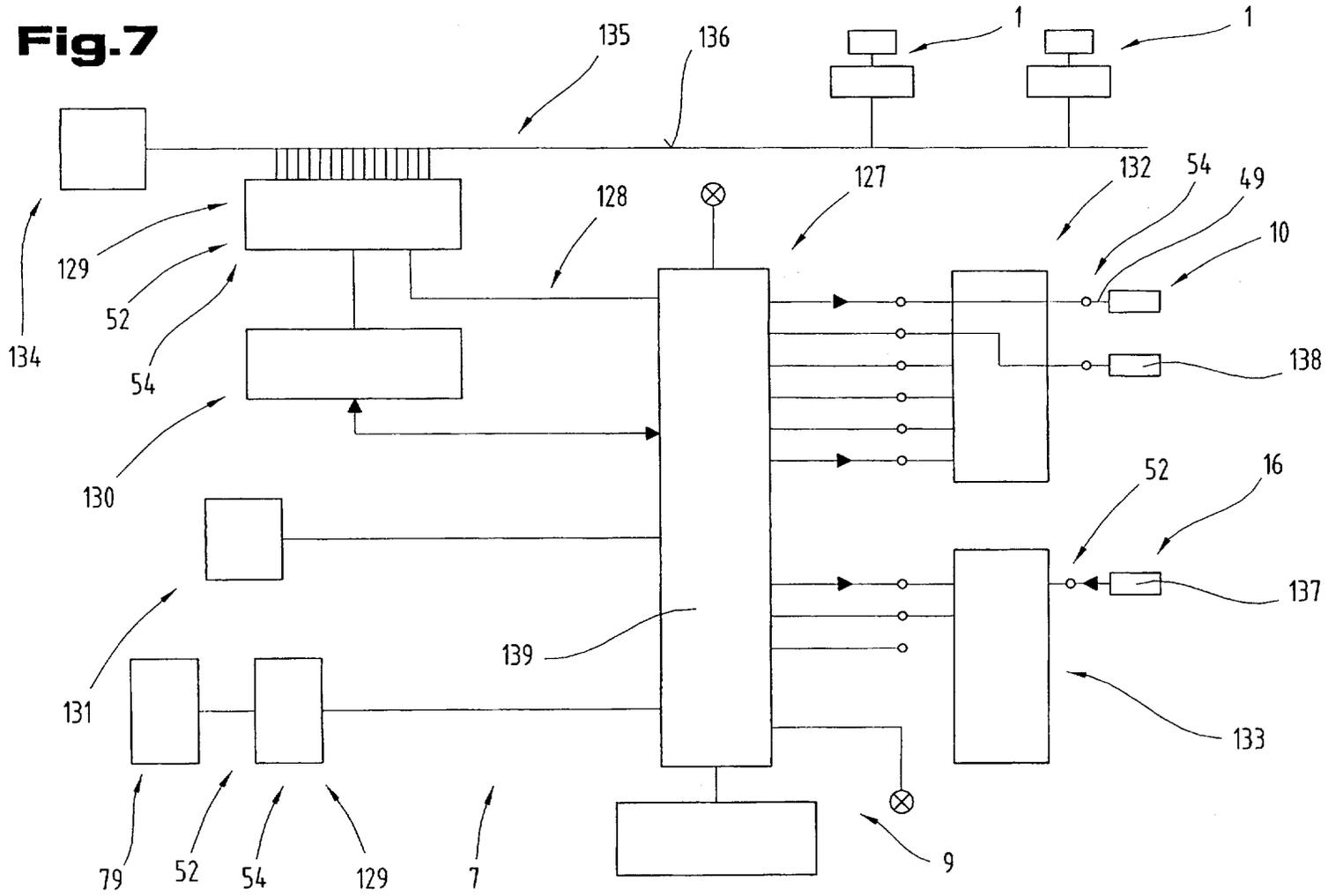
**Fig.5**



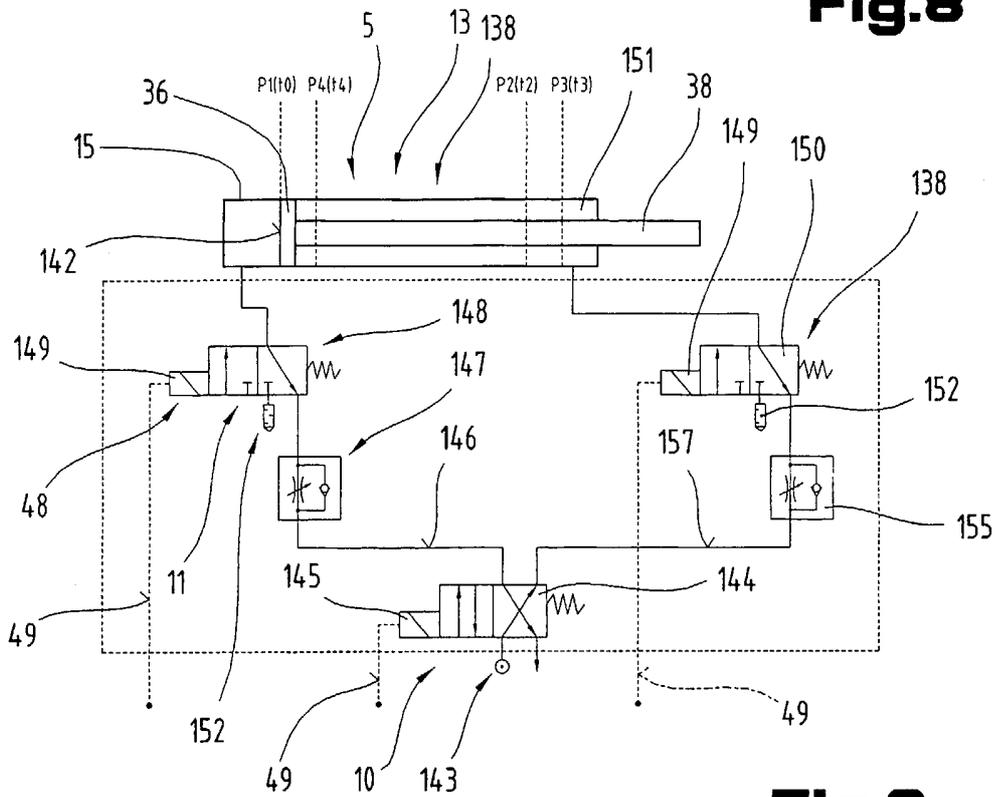
**Fig.6**



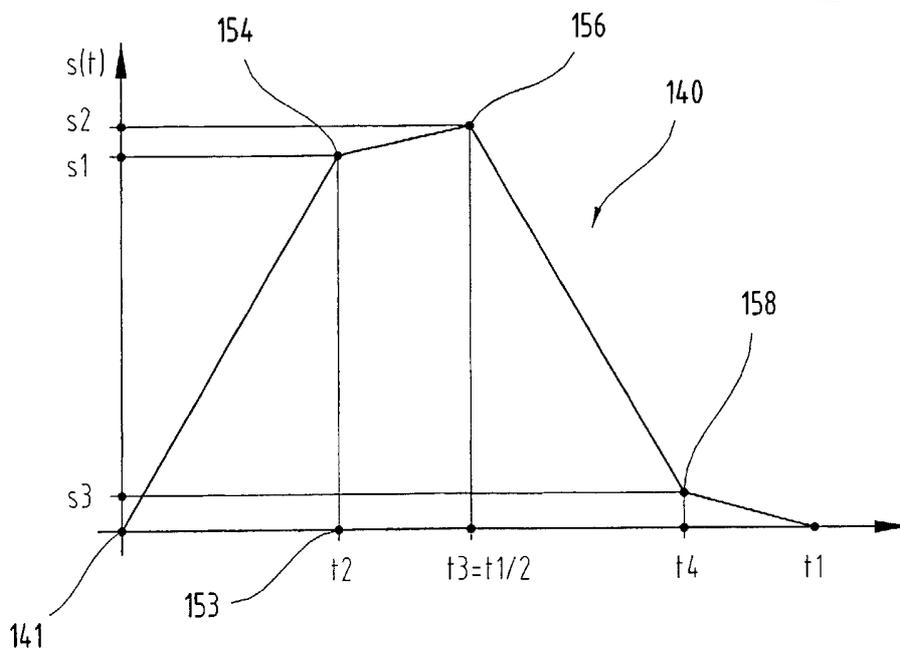
**Fig.7**



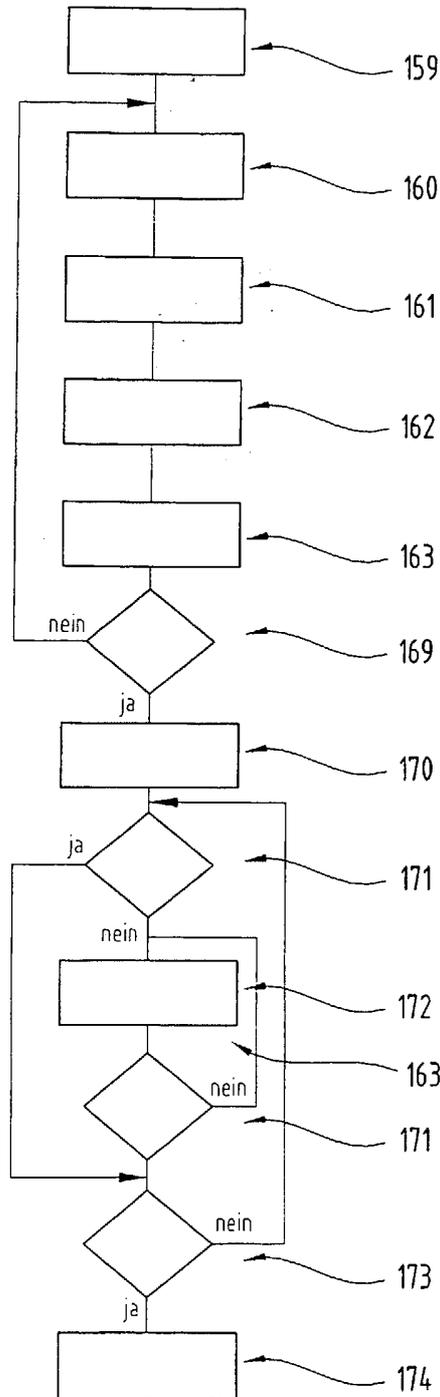
**Fig.8**



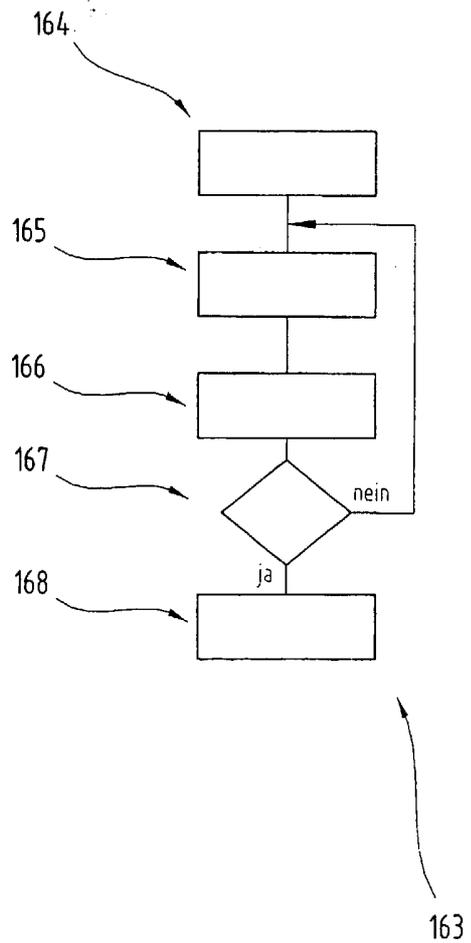
**Fig.9**



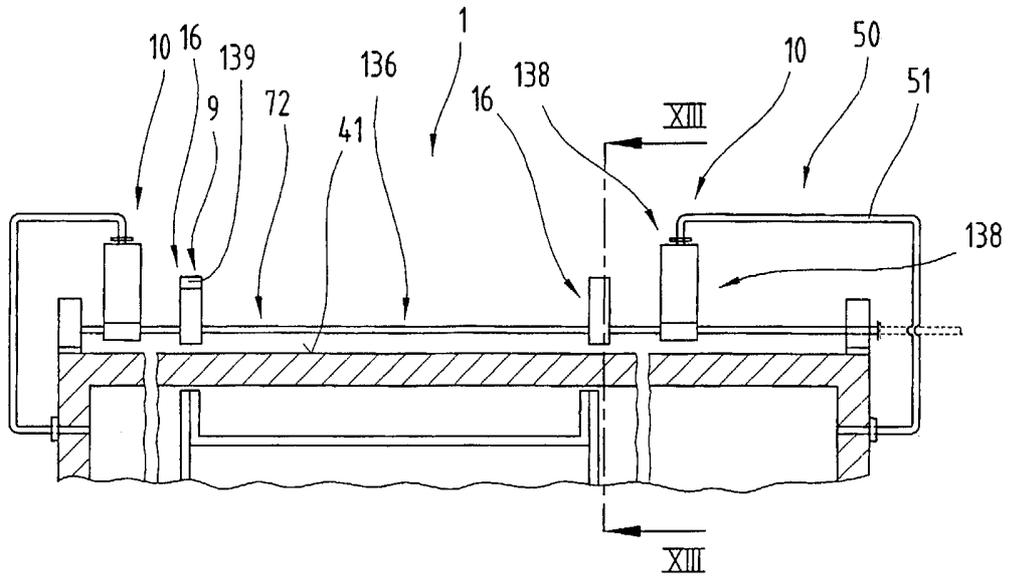
**Fig.10**



**Fig.11**



**Fig.12**



**Fig.13**

