



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 201 22 093 U1** 2004.04.29

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **04.07.2001**
(67) aus Patentanmeldung: **P 01 94 5335.6**
(47) Eintragungstag: **25.03.2004**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **29.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **E04G 21/04**

(66) Innere Priorität:
100 46 546.3 19.09.2000

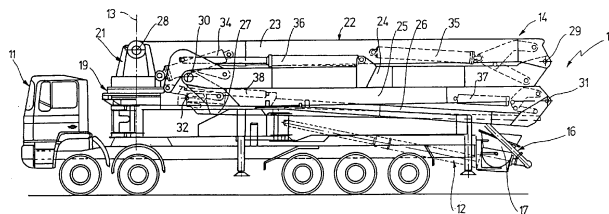
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Wolf & Lutz, 70193 Stuttgart

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Putzmeister AG, 72631 Aichtal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Großmanipulator mit Schwingungsdämpfer**

(57) Hauptanspruch: Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell (11) angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse (13) drehbaren Mastbock (21), mit einem aus mindestens drei Mastarmen (23 bis 27) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (22), welche Mastarme (23 bis 27) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (28 bis 32) paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock (21) oder Mastarm (28 bis 26) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung (50, 62, 52) für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten (34 bis 38) zugeordneten Stellgliedern (68 bis 76), und mit Mitteln (82, 84, 86) zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast (22), dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einem der Antriebsaggregate (34 bis 38) oder Mastarme (23 bis 27) mindestens ein Sensor (84, 86) zur Bestimmung einer von den mechanischen Schwingungen des betreffenden Mastarms (23 bis 27) abgeleiteten zeitabhängigen Messgröße (Δp) sowie eine dem...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse drehbaren Mastbock, mit einem aus mindestens drei Mastarmen zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast, welche Mastarme um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock oder Mastarm mittels je eines Antriebsaggregats begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten zugeordneten Stellgliedern, und mit Mitteln zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast.

[0002] Der Knickmast eines Großmanipulators dieser Art ist seiner Konstruktion nach ein elastisch schwingungsfähiges System, das zu Eigenschwingungen anregbar ist. Eine resonante Anregung solcher Schwingungen kann dazu führen, dass die Mastspitze mit Amplituden von einem Meter und mehr schwingt. Eine Schwingungsanregung ist zum Beispiel durch den pulsierenden Betrieb einer Betonpumpe und durch die hieraus resultierende periodische Beschleunigung und Verzögerung der durch die Förderleitung gedrängten Betonsäule möglich. Dies hat zur Folge, dass der Beton nicht mehr gleichmäßig verteilt werden kann und der Arbeiter, der den Endschlauch führt, gefährdet wird. Um dies zu vermeiden, wurde bei einer bekannten Betonpumpe mit Knickmast (DE-A 195 03 895) die Verwendung eines Lageregelkreises vorgeschlagen, der innerhalb eines vorgebbaren Variationsbereichs das Niveau der Mastspitze bezüglich einer ortsfesten horizontalen Bezugsebene stabilisiert. Hierzu ist eine Sensoreinrichtung vorgesehen, über deren Ausgangssignale ein Koordinatenstellantrieb zur kompensatorischen Auslenkung der Mastspitze oder des Endschlauchs ansteuerbar ist. Es hat sich gezeigt, dass diese Maßnahmen recht aufwendig sind und nicht immer zu dem gewünschten Ergebnis führen. Die für die Regelung erforderliche Armbewegungssensorik spricht erst an, wenn die Bewegung bereits ausgeführt wird, wenn es also schon zu spät ist. Es lässt sich damit also keine ausreichende Regelgüte erzielen.

[0003] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Vorkehrungen zu treffen, womit mit einfachen Mitteln eine wirksame Mastbedämpfung möglich ist.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe wird die im Anspruch 1 angegebene Merkmalskombination vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Der erfindungsgemäßen Lösung liegt der Gedanke zugrunde, dass an mindestens einem der Antriebsaggregate oder am zugehörigen Mastarm eine von der mechanischen Schwingung des betref-

fenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Störgröße bestimmt, in einer Auswerteeinheit unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das zugehörige Antriebsaggregat steuernden Stellglied aufgeschaltet wird. Um dies zu erreichen wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass mindestens einem der Antriebsaggregate oder Mastarme mindestens ein Sensor zur Bestimmung einer von den mechanischen Schwingungen des betreffenden Mastarms abgeleiteten zeitabhängigen Messgröße sowie eine dem mindestens einen Sensor nachgeordnete, ausgangsseitig an das zugehörige Stellglied angeschlossene Auswerteeinheit zur Erzeugung eines Dämpfungssignals zugeordnet ist.

[0006] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist jedes Antriebsaggregat einen doppeltwirkenden Hydrozylinder auf, wobei die Hydrozylinder über je ein das zugehörige Stellglied bildendes Proportionalwechselventil mit Drucköl beaufschlagbar sind. In diesem Falle ist gemäß der Erfindung am stangen- und bodenseitigen Ende mindestens eines der Hydrozylinder je ein Druckaufnehmer angeordnet, die über ein Vergleicher- oder Differenzglied mit der Auswerteeinheit verbunden sind. Vorteilhafterweise umfasst die Auswerteeinheit einen Hochpassfilter, der digital oder analog ausgebildet sein kann. Vorteilhafterweise sind die Grenzfrequenzen der zu jedem Mastarm gehörenden Hochpassfilter getrennt nach Maßgabe der Eigenfrequenzen der jeweiligen Mastarme einstellbar. Typische Grenzfrequenzen der Hochpassfilter betragen 0,2 bis 10 Hz.

[0007] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Hochpassfilter durch einen Tiefpassfilter gebildet ist, dessen Eingang über ein Differenzglied auf dessen Ausgang aufgeschaltet ist. Um Überschwingungen zu vermeiden, bildet jeder Hochpassfilter eine aperiodische Übergangsfunktion. Weiter ist jedem Hochpassfilter vorteilhafterweise eine Bewertungs- und Sicherheitsschaltung oder -routine nachgeordnet, die eingangsseitig zusätzlich mit den Ausgangssignalen der beiden Druckaufnehmer der zugeordneten Hydrozylinder beaufschlagt werden können.

[0008] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Steuereinrichtung einen Mikrocontroller mit Koordinatengeber zur Ansteuerung der Stellglieder aufweist, der eingabeseitig über ein BUS-System und eine Fernsteuereinrichtung mit Fahrdaten für die Mastbewegung beaufschlagbar ist, dass jedem Stellglied zusätzlich ein die Dämpfungseinheit bildender Übertrager zugeordnet ist, der eingabeseitig mit den zum betreffenden Mastarm gehörenden Messgrößen beaufschlagbar und ausgangsseitig mit dem Stellglied verbunden ist. Mit diesen Vorkehrungen wird der Knickmast aufgrund der über die Fernsteuereinrichtung vorgegebenen Fahrdaten durch den Pumpenfahrer gesteuert, während die Mastbedämpfung während des Bewegungsvorgangs und in der Arbeitsstellung des Knickmasts automatisch erfolgt. Die Dämpfungseinheiten sind dabei in

die Steuerkreise der einzelnen Antriebsaggregate eingekoppelt. Die einzelnen Übertrager sind zweckmäßig als Hochpassfilter zweiter Ordnung ausgebildet, deren Übergangsfunktion ein aperiodisches Verhalten aufweist. Damit wird gewährleistet, dass über den Filter und dessen Übertrager keine zusätzlichen Störungen dem System aufgeprägt werden. Eine Besonderheit der erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung besteht somit darin, dass jedem Mastarm eine unabhängige Dämpfungseinheit zugeordnet ist. [0009] Als Drucksensoren kommen beispielsweise Membransensoren oder Piezosensoren in Betracht, denen bei Vorhandensein eines Mikrocontrollers ein Messumwandler mit einem Analog-Digitalwandler zugeordnet ist. Wichtig ist, dass die Drucksensoren eine ausreichende Dynamik aufweisen.

[0010] Für den Fall, dass eine Positionsregelung fehlt, ist gemäß einer alternativen oder vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung eine Anordnung zur Driftkompensation des Knickmasts vorgesehen, die mindestens einen an einem der Mastarme angeordneten Neigungs- oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher sowie eine eingangsseitig mit dem Sollwertspeicher und mit dem Ausgang des Neigungs- oder Abstandssensors verbundenen Vergleicher zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder aufweist. Der Neigungs- oder Abstandssensor ist vorteilhafterweise am Endarm des Knickmasts angeordnet, während der Sollwertspeicher über eine Steueroutine mit dem digitalen Ausgangssignal des Neigungs- oder Abstandssensors beaufschlagbar ist. Die Steueroutine sorgt dafür, dass der momentane Neigungswert oder Bodenabstand des Endarms bei Erreichen einer Arbeitsposition des Knickmasts im Sollwertspeicher abgespeichert wird.

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen [0012] **Fig. 1** eine Seitenansicht einer Autobetonpumpe mit zusammengelegtem Knickmast;

[0013] **Fig. 2** die Autobetonpumpe nach **Fig. 1** mit Knickmast in Arbeitsstellung;

[0014] **Fig. 3** ein Schema einer Steuereinrichtung für die Mastbewegung und -bedämpfung;

[0015] **Fig. 4** ein Schema mit Flussdiagramm des im Mikrocontroller enthaltenen Softwareübertragers für die Mastbedämpfung.

[0016] Die Autobetonpumpe **10** umfasst ein Transportfahrzeug **11**, eine z. B. als Zweizylinder-Kolbenpumpe ausgebildete pulsierende Dickstoffpumpe **12** sowie einen um eine fahrzeugfeste Hochachse **13** drehbaren Verteilmast **14** als Träger für eine Betonförderleitung **16**. Über die Förderleitung **16** wird Fließbeton, der in einen Aufgabeebehälter **12** während des Betonierens fortlaufend eingebracht wird, zu einer von dem Standort des Fahrzeugs **11** entfernt angeordneten Betonierstelle **18** gefördert.

[0017] Der Verteilmast **14** besteht aus einem mittels eines hydraulischen Drehantriebs **19** um die Hochachse **13** drehbaren Mastbock **21** und einem an

diesem schwenkbaren Knickmast **22**, der auf variable Reichweite und Höhendifferenz zwischen dem Fahrzeug **11** und der Betonierstelle **18** kontinuierlich einstellbar ist. Der Knickmast **22** besteht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus fünf gelenkig miteinander verbundenen Mastarmen **23** bis **27**, die um parallel zueinander und rechtwinklig zur Hochachse **13** des Mastbocks **21** verlaufende Achsen **28** bis **32** schwenkbar sind. Die Knickwinkel ε_1 bis ε_5 (**Fig. 2**) der durch die Gelenkachsen **28** bis **32** gebildeten Knickgelenke und deren Anordnung zueinander sind so aufeinander abgestimmt, dass der Verteilmast **14** mit der aus **Fig. 1** ersichtlichen, einer mehrfachen Faltung entsprechenden raumsparenden Transportkonfiguration auf dem Fahrzeug **11** ablegbar ist. Durch programmgesteuerte Aktivierung von Antriebsaggregaten **34** bis **38**, die den Gelenkachsen **28** bis **32** einzeln zugeordnet sind, ist der Knickmast **22** in unterschiedlichen Distanzen und/oder Höhendifferenzen zwischen der Betonierstelle **18** und dem Fahrzeugstandort entfaltbar (**Fig. 2**).

[0018] Der Mastführer steuert z. B. mittels einer Funk-Fernbedienung **50** die Mastbewegungen, durch die die Mastspitze **33** mit dem Endschlauch **43** über den zu betonierenden Bereich hinweggeführt wird. Der Endschlauch **43** hat eine typische Länge von 3 bis 4 m und kann wegen seiner gelenkigen Aufhängung im Bereich der Mastspitze **33** und aufgrund seiner Eigenflexibilität mit seinem Austrittsende von einem Schlauchmann in der günstigen Position zur Betonierstelle **18** gehalten werden.

[0019] Die Fernbedienung **50** enthält mehrere, als Steuerhebel ausgebildete Bedienorgane **60**, die jeweils in zwei zueinander senkrechten Verstellrichtungen vor- und rückwärts unter Abgabe von Steuersignalen verstellt werden können. Die Steuersignale werden über eine Funkstrecke **61** zum fahrzeugfesten Funkempfänger **62** übertragen, der ausgangssseitig über ein beispielsweise als CAN-Bus ausgebildetes Bussystem **63** an den Mikrocontroller **52** angeschlossen ist. Der Mikrocontroller **52** enthält u. a. einen rechnergestützten Koordinatengeber **64**, in welchem die vom Funkempfänger **62** übertragenen Fahrdaten in Koordinatensignale für die Antriebsaggregate **19**, **34** bis **38** der sechs Achsen **13**, **28** bis **32** umgesetzt werden. Zusätzlich kann die Größe der Auslenkung der Bedienorgane **60** in geschwindigkeitsbestimmende Signale umgesetzt werden. Die Betätigung der Antriebsaggregate **34** bis **38** erfolgt über die als Proportionalwechselventile ausgebildeten Stellglieder **68** bis **76**, die mit ihren Ausgangsleitungen **78**, **80** bodenseitig und stangenseitig an die als doppeltwirkende Hydrozylinder ausgebildeten Antriebsaggregate **34** bis **38** angeschlossen sind. Das Antriebsaggregat **19** für den Mastbock **21** ist als hydraulischer Drehantrieb ausgebildet, der über das Stellglied **66** angesteuert wird. Neben der Ansteuerung über den Koordinatengeber **64**, der die ankommenden Fahrdaten beispielsweise als Zylinderkoordinaten interpretiert und entsprechend umgesetzt (vgl.

DE-A 43 06 127), können die einzelnen Antriebsaggregate **19, 34 bis 36** auch direkt über die Bedienorgane **60** und die zugehörigen Stellglieder **66 bis 76** angesteuert werden.

[0020] Der Knickmast **22** stellt zusammen mit dem Transportfahrzeug **11** ein schwingungsfähiges System dar, das im Betrieb von der pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe **12** zu erzwungenen Schwingungen anregbar ist. Die Schwingungen können zu Auslenkungen der Mastspitze **33** und des an dieser hängenden Endschlauchs **43** führen, mit Amplituden um einen Meter und Frequenzen zwischen 0,5 und einigen Hz.

[0021] Um ein resonantes Aufschaukeln des Knickmasts **22** zu vermeiden, enthält der Mikrocontroller **52** zusätzlich eine Anzahl softwaregestützter Dämpfungseinheiten **82**, die mit dem Vorsteuereingang jeweils eines der Stellglieder **68 bis 76** verbunden sind. Eingangsseitig sind die Dämpfungseinheiten **82** mit einer von den mechanischen Schwingungen des jeweiligen Mastarms **23 bis 27** abgeleiteten zeitabhängigen Messgröße beaufschlagt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist zu diesem Zweck am bodenseitigen und stangenseitigen Ende eines jeden als Hydrozylinder ausgebildeten Antriebsaggregats **34 bis 38** je ein Drucksensor **84, 86** angeordnet, deren Ausgänge p_s und p_b mit einem Vergleicher **88** verbunden sind, in welchem ein der Druckdifferenz $\Delta p(t) = p_s - p_b$ entsprechendes zeitabhängiges Messsignal erzeugt wird. Das Messsignal $\Delta p(t)$ wird in einem vorgegebenen Zeittakt einem digitalen Hochpassfilter **90, 92** zugeleitet. Der Hochpassfilter ist bei dem in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsbeispiel durch einen digitalen Tiefpassfilter **90** mit nachgeordnetem Vergleicher **92** gebildet, auf welcher letzteren zusätzlich das Eingangssignal des Tiefpassfilters **90** aufgeschaltet ist. Die Eckfrequenz des Hochpassfilters **90, 92** wird für jeden Mastarm **23 bis 27** getrennt eingestellt und etwas niedriger als dessen mechanische Eigenfrequenz gewählt. Die Dämpfungseinheiten **82** enthalten zusätzlich einen dem digitalen Hochpassfilter **90, 92** nachgeordneten Bewertungs- und Sicherheitsalgorithmus **93** zur Einstellung des für die Schwingungsdämpfung notwendigen Verstärkungsgrads. Weiter werden durch den Sicherheitsalgorithmus auch die Bewegungsgrenzwerte des Mastarms beispielsweise über eine Anschlagkontrolle überwacht. Dazu können auch die von den boden- und stangenseitigen Drucksensoren **84, 86** gemessenen absoluten Druckwerte p_s und p_b ausgewertet werden.

[0022] Da die Achslagen der Knickachsen ungeregelt sind, ist nicht auszuschließen, dass aufgrund von Bautoleranzen eine Driftbewegung des Knickmasts **22** erfolgt. Dies ist insbesondere in der Arbeitsstellung des Knickmasts während der Pumpfähigkeit der Fall. Die Drift kann überwacht und kompensiert werden. Wie aus **Fig. 2** und **4** zu sehen ist, ist zu diesem Zweck am letzten Mastarm **27** ein beispielsweise als Neigungssensor ausgebildeter Raumwinkelsensor **94** oder ein Abstandssensor sowie ein Soll-

wertspeicher **96** vorgesehen. Damit kann in jeder Arbeitsstellung, also am Schluss eines jeden Fahrvorgangs, die augenblickliche Winkellage oder der Bodenabstand der Mastspitze **33** im Sollwertspeicher **96** abgespeichert werden. Durch Vergleich eines Istwerts mit dem abgespeicherten Sollwert kann im weiteren Zeitverlauf eine Drift erkannt und durch Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder **68 bis 76** z.B. über den Koordinatengeber **64** kompensiert werden.

[0023] Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf einen Großmanipulator insbesondere von Betonpumpen. Der Großmanipulator weist einen aus mindestens drei Mastarmen **23 bis 27** zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast **22** auf, dessen Mastarme um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen **28 bis 32** mittels je eines Antriebsaggregats **34 bis 38** begrenzt verschwenkbar sind. Weiter sind eine Steuereinrichtung **50, 62, 52** für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten zugeordneten Stellgliedern sowie Mittel zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast vorgesehen. Um mit einfachen Mitteln eine wirkungsvolle Mastbedämpfung zu erzielen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass vorzugsweise an jedem Antriebsaggregat **34 bis 38** oder am zugehörigen Mastarm **23 bis 27** eine von der mechanischen Schwingung des betreffenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Messgröße bestimmt, in einer Auswerteeinheit **82** unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das betreffende Antriebsaggregat ansteuernden Stellglied **68 bis 76** aufgeschaltet wird.

Schutzansprüche

1. Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell (**11**) angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse (**13**) drehbaren Mastbock (**21**), mit einem aus mindestens drei Mastarmen (**23 bis 27**) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (**22**), welche Mastarme (**23 bis 27**) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (**28 bis 32**) paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock (**21**) oder Mastarm (**28 bis 26**) mittels je eines Antriebsaggregats (**34 bis 38**) begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung (**50, 62, 52**) für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten (**34 bis 38**) zugeordneten Stellgliedern (**68 bis 76**), und mit Mitteln (**82, 84, 86**) zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast (**22**), **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einem der Antriebsaggregate (**34 bis 38**) oder Mastarme (**23 bis 27**) mindestens ein Sensor (**84, 86**) zur Bestimmung einer von den mechanischen Schwingungen des betreffenden Mastarms (**23 bis 27**) abgeleiteten zeitabhängigen Messgröße (Δp) sowie eine dem

mindestens einen Sensor (**84, 86**) nachgeordnete, ausgangsseitig an das zugehörige Stellglied (**68 bis 76**) angeschlossene Auswerteeinheit (**82**) zur Erzeugung eines Dämpfungssignals zugeordnet ist.

2. Großmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Antriebsaggregat (**34 bis 38**) einen doppelt wirkenden Hydrozylinder aufweist, dass die Hydrozylinder über je ein das zugehörige Stellglied bildendes Proportionalwechselventil (**68 bis 76**) mit Drucköl beaufschlagbar sind, dass am stangenseitigen und bodenseitigen Ende mindestens eines der Hydrozylinder je ein Drucksensor (**84, 86**) angeordnet ist, die vorzugsweise über einen Vergleicher (**88**) mit der Auswerteeinheit (**82**) verbunden sind.

3. Großmanipulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (**82**) einen analogen oder digitalen Hochpassfilter (**90, 92**) enthält.

4. Großmanipulator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenzen der zu den einzelnen Mastarmen (**23 bis 27**) gehörenden Hochpassfilter (**90, 92**) unabhängig voneinander einstellbar sind.

5. Großmanipulator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenzen der Hochpassfilter (**90, 92**) nach Maßgabe der Eigenfrequenz der zugehörigen Mastarme (**23 bis 27**) einstellbar sind.

6. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenzen der Hochpassfilter (**90, 92**) auf einen Wert von 0,2 bis 10 Hz einstellbar sind.

7. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Hochpassfilter durch einen Tiefpassfilter (**90**) gebildet ist, dessen Eingang über einen Vergleicher (**92**) auf dessen Ausgang aufgeschaltet ist.

8. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Hochpassfilter (**90, 92**) eine aperiodische Übergangsfunktion bildet.

9. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Hochpassfilter (**90, 92**) eine Bewertungs- und Sicherheitschaltung oder -routine (**93**) nachgeordnet ist.

10. Großmanipulator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertungs- und Sicherheitsschaltung oder -routine (**94**) eingangsseitig mit den Ausgangssignalen (p_s, p_b) der beiden Drucksensoren (**84, 86**) beaufschlagt ist.

11. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung einen Mikrocontroller (**52**) mit einem Koordinatengeber (**64**) zur Ansteuerung der Stellglieder (**68 bis 76**) aufweist, der eingabeseitig über ein BUS-System (**63**) und eine Fernsteuereinrichtung (**50, 64**) mit Fahrdaten für die Mastbewegung beaufschlagbar ist, dass jedem Stellglied zusätzlich ein die Dämpfungseinheit (**82**) bildender Übertrager zugeordnet ist, der eingabeseitig mit der zum betreffenden Mastarm (**23 bis 27**) gehörenden Messgröße (Δp) beaufschlagt ist.

12. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Anordnung zur Driftkompensation des Knickmasts (**22**), die mindestens einen an einem der Mastarme (**27**) angeordneten Raumwinkelsensor (**94**) oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher (**96**) sowie einen mit dem Sollwertspeicher und dem Ausgang des Raumwinkel- oder Abstandssensors verbundenen Vergleicher zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (**68 bis 76**) aufweist.

13. Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell (**11**) angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse (**13**) drehbaren Mastbock (**21**), mit einem aus mindestens drei Mastarmen (**23 bis 27**) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (**22**), welche Mastarme (**23 bis 27**) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (**28 bis 32**) paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock (**21**) oder Mastarm (**28 bis 26**) mittels je eines Antriebsaggregats (**34 bis 38**) begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung (**50, 62, 52**) für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten (**34 bis 38**) zugeordneten Stellgliedern (**68 bis 76**), und mit Mitteln (**82, 84, 86**) zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast (**22**), gekennzeichnet durch eine Anordnung zur Driftkompensation des Knickmasts (**22**), die mindestens einen an einem der Mastarme (**27**) angeordneten Raumwinkelsensor (**94**) oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher (**96**) sowie einen mit dem Sollwertspeicher und dem Ausgang des Raumwinkel- oder Abstandssensors verbundenen Vergleicher zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (**68 bis 76**) aufweist.

14. Großmanipulator nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Raumwinkel- oder Abstandssensor am Endarm (**27**) des Knickmasts (**22**) angeordnet ist.

15. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwertspeicher (**96**) über eine Steuerroutine mit dem digitalen Ausgangssignal des Raumwinkel- oder Ab-

standssensors (94) beaufschlagt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

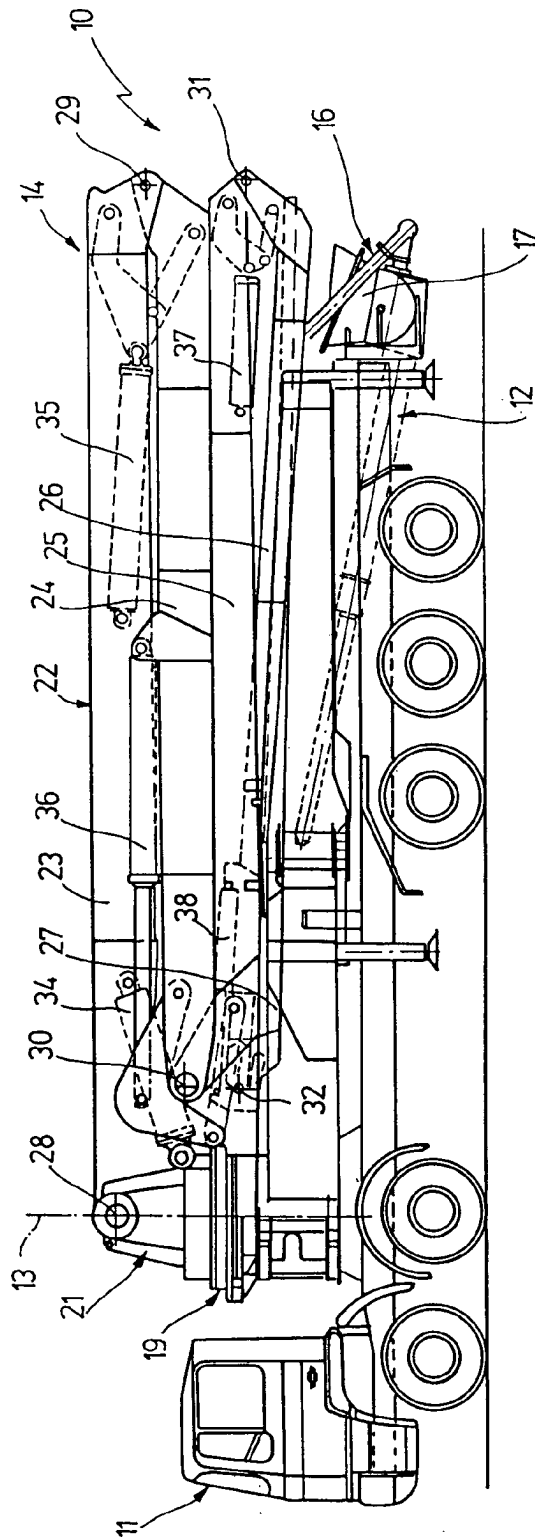


Fig. 1

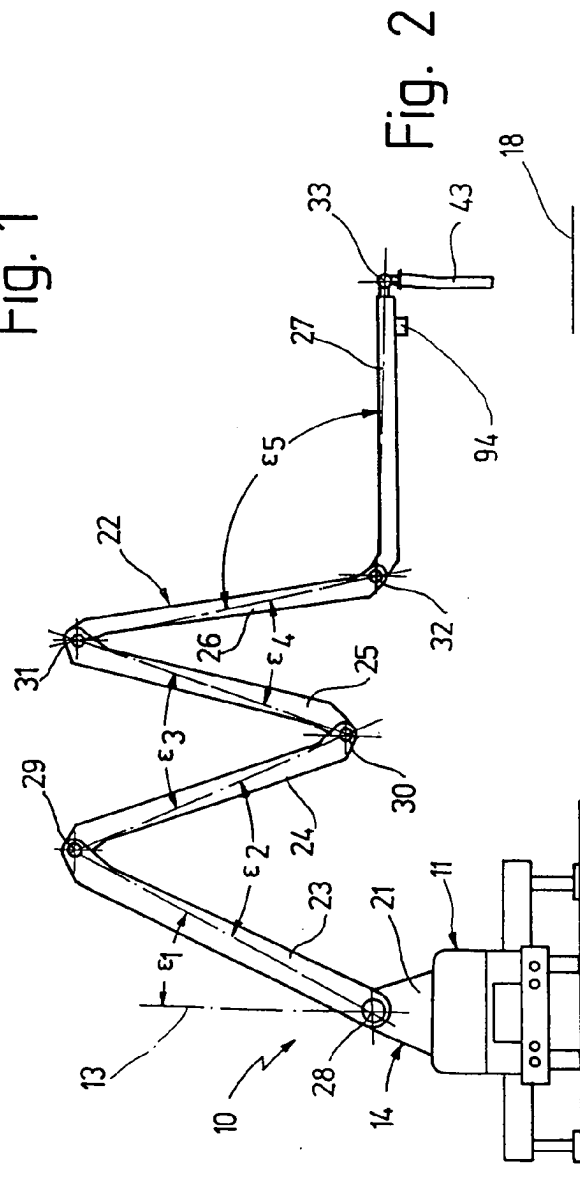


Fig. 2

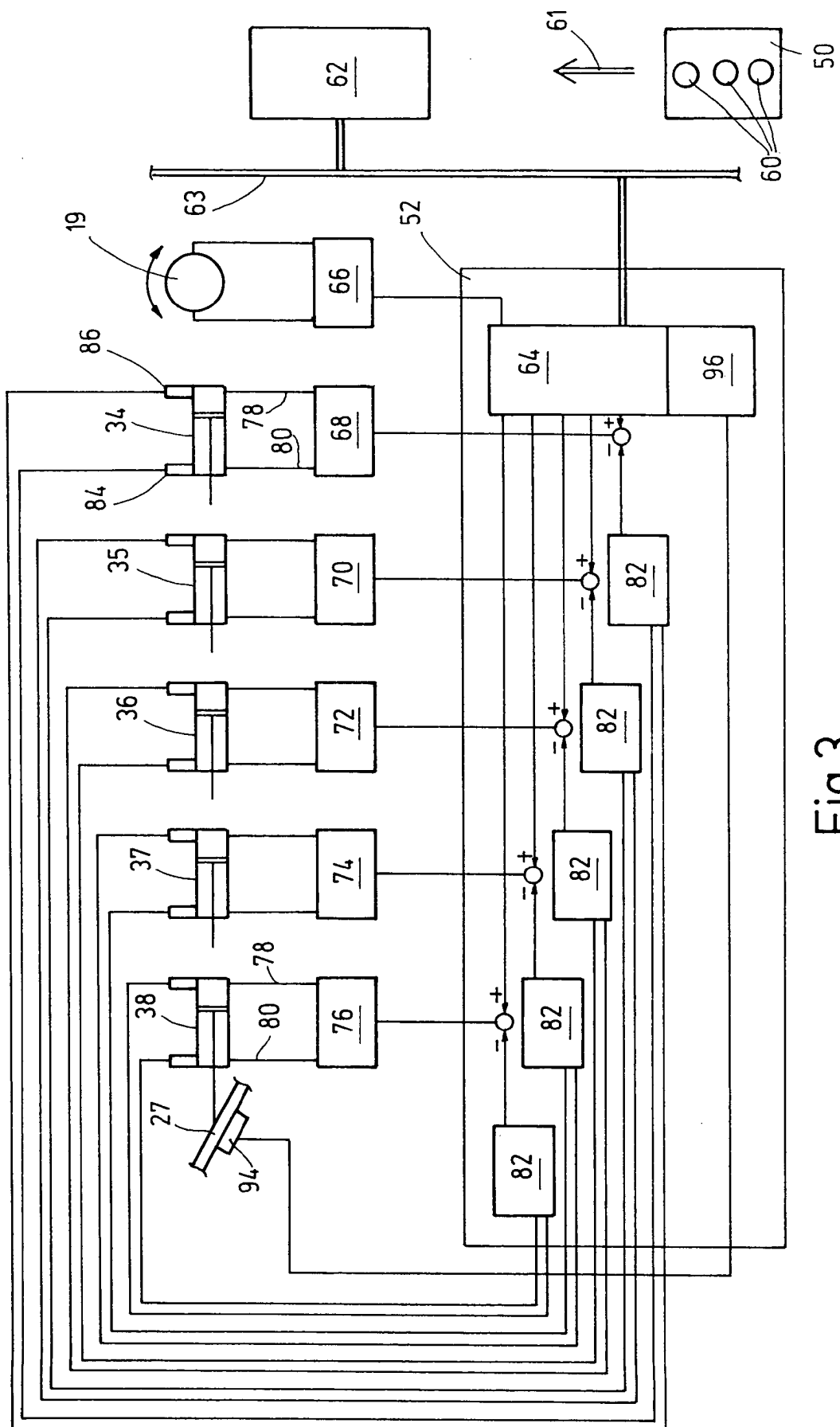


Fig. 3

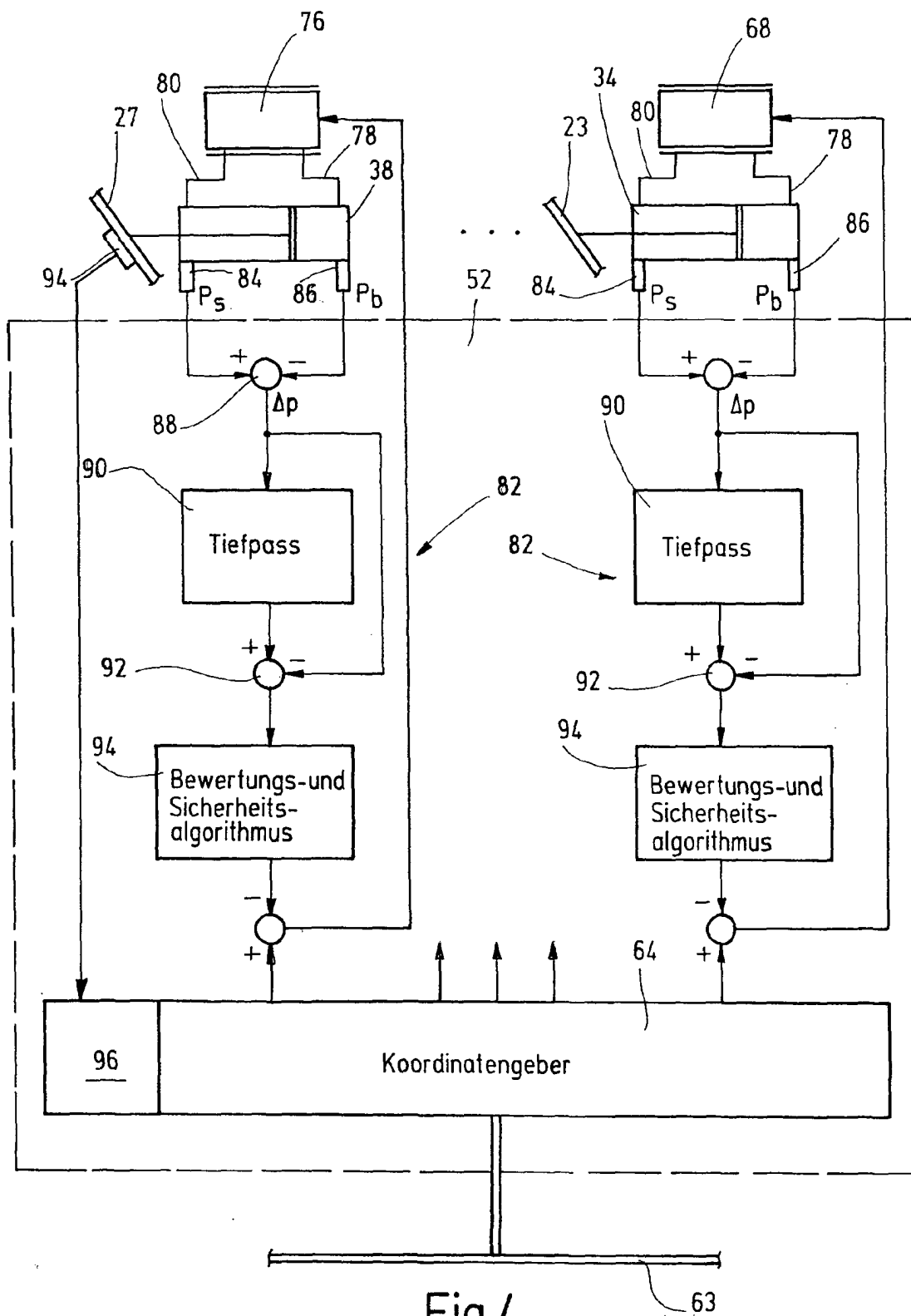


Fig.4