



(10) **DE 10 2019 129 810 A1** 2021.05.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 129 810.5**

(22) Anmeldetag: **05.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **06.05.2021**

(51) Int Cl.: **E04G 21/04 (2006.01)**  
**B66C 13/18 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Putzmeister Engineering GmbH, 72631 Aichtal,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Huth, Tobias, 70327 Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**GLAWE DELFS MOLL Partnerschaft mbB von  
Patent- und Rechtsanwälten, 20148 Hamburg, DE**

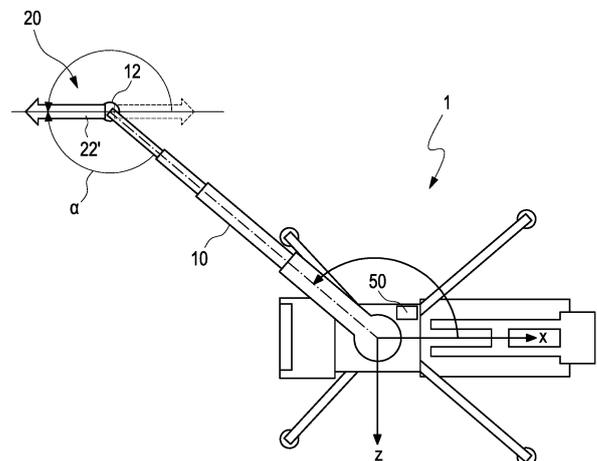
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**WO 2009/ 109 017 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Steuereinrichtung, System, Betonverteilmast und Computerprogramm zum Steuern der Bewegung eines Endschlauchs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast (10) einer Betonpumpe (1) angeordneten Endschlauchs (12) mit einer im Bereich des Endschlauchs (12) angeordneten Anzeigeeinrichtung (20) mittels einer Steuereinrichtung (50) mit den Schritten: Ausgeben eines Signals zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung (20), Empfangen einer vorgegebenen Geschwindigkeit zur Bewegung des Endschlauchs (12) von einer Betätigungseinrichtung (30) und Berechnen und Ausgeben von Steuersignalen zum Steuern des Betonverteilmasts (10) derart, dass sich der Endschlauch (12) mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung bewegt. Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Steuereinrichtung (50), ein System, einen Betonverteilmast und ein Computerprogramm zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast (10) einer Betonpumpe angeordneten Endschlauchs (12).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast einer Betonpumpe angeordneten Endschlauchs mit einer im Bereich des Endschlauchs angeordneten Anzeigeeinrichtung mittels einer Steuereinrichtung. Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Steuereinrichtung, ein System, einen Betonverteilmast sowie ein Computerprogramm zum Steuern der Bewegung eines Endschlauchs.

**[0002]** Betonverteilmasten bestehen aus mindestens zwei gelenkig über eine Schwenkachse miteinander verbundenen Mastarmen und können als Teil einer stationären oder fahrbaren Betonpumpe ausgebildet sein. Zum Ausbringen des Betons an einer gewünschten Stelle bspw. auf einer Baustelle, tragen die Mastarme eine Betonförderleitung und können durch Verschwenken derart positioniert werden, dass unterschiedliche Orte durch den Betonverteilmast erreichbar sind. Zusätzlich mündet die Betonförderleitung an der Mastspitze in einen zumeist flexiblen Endschlauch.

**[0003]** Zur Positionierung des Endschlauchs sind verschiedene Steuerungsarten bekannt. Mit derzeitigen Assistenzsystemen kann der Endschlauch bspw. derart bewegt werden, dass er sich in radialer Richtung bezüglich des zentralen Drehwerks der Betonpumpe bewegt oder mitsamt des gesamten Verteilmasts mit konstantem Radius um das Drehwerk dreht. Ebenso ist es möglich, eine Auf- oder Abwärtsbewegung des Endschlauchs durch ein Verfahren in Richtung der Drehachse zu steuern. Eine Steuerung des Endschlauchs entlang einer Geraden, deren Verlängerung das Drehwerk nicht schneidet, ist nur durch eine Überlagerung mehrerer Bewegungen möglich und kann nur durch erfahrene Bediener durchgeführt werden.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren bzw. eine Steuereinrichtung zum Steuern der Bewegung eines Endschlauchs vorzustellen, bei dem die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermieden oder zumindest reduziert sind.

**[0005]** Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1, eine Steuereinrichtung gemäß Anspruch 7, ein System mit entsprechender Steuereinrichtung gemäß Anspruch 10, einen Betonverteilmast gemäß Anspruch 20 und ein Computerprogramm gemäß Anspruch 22.

**[0006]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast angeordneten Endschlauchs mit einer im Bereich des Endschlauchs angeordneten Anzeigeeinrichtung mit den Schritten: Ausgeben eines Signals

zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung, Empfangen einer vorgegebenen Geschwindigkeit zur Bewegung des Endschlauchs von einer Betätigungseinrichtung und Berechnen und Ausgeben von Steuersignalen zum Steuern des Betonverteilmasts derart, dass sich der Endschlauch mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung bewegt.

**[0007]** Die Erfindung betrifft ferner eine Steuereinrichtung zum Bewegen eines an einem Betonverteilmast angeordneten Endschlauchs mit einer im Bereich des Endschlauchs angeordneten Anzeigeeinrichtung, wobei die Steuereinrichtung insbesondere eingerichtet ist, die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen, und wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, ein Signal zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung auszugeben, eine vorgegebene Geschwindigkeit zur Bewegung des Endschlauchs von einer Betätigungseinrichtung zu empfangen und Steuersignale zum Steuern des Betonverteilmasts entsprechend einer Bewegung des Endschlauchs mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung zu berechnen und auszugeben.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein Bediener die Ausrichtung am Tool Center Point (TCP) im Bereich des Endschlauchs in der Regel nicht genau erkennen kann, was die Steuerung der Endschlauchbewegung erschwert. Durch die im Bereich des Endschlauchs angeordnete Anzeigeeinrichtung wird somit eine vereinfachte Steuerungsmöglichkeit der Endschlauchbewegung geschaffen, die auch durch einen weniger erfahrenen Bediener ausgeführt werden kann. Die Anzeigeeinrichtung zeigt dazu eine vorgegebene Bewegungsrichtung an, die für den Bediener bei der Steuerung der Endschlauchbewegung sichtbar ist. Die vorgegebene Bewegungsrichtung kann entweder in die Anzeigeeinrichtung einprogrammiert sein oder über einen Bediener festgelegt oder geändert werden. Die Bewegungsrichtung kann unabhängig von der Position des Verteilmasts oder den Gegebenheiten der Baustelle sein. Der Bediener hat somit lediglich eine Geschwindigkeit einzustellen mit der sich der Endschlauch in die vorgegebene Bewegungsrichtung bewegen soll. Anschließend erfolgt eine Umsetzung der Fahrbefehle des Bedieners in Fahrbefehle für die Gelenke des Verteilmasts derart, dass sich der Endschlauch mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung bewegt. Dazu werden basierend auf den Werten für die vorgegebene Bewegungsrichtung und die vorgegebene Geschwindigkeit Steuersignale für den Betonverteilmast berechnet und ausgegeben.

**[0009]** Der Betonverteilmast kann als Teil einer mobilen oder stationären Betonpumpe ausgebildet sein.

**[0010]** Der Endschlauch kann geradlinig bewegt werden, insbesondere entlang einer beliebigen Geraden, deren Verlängerung nicht durch den zentralen Drehpunkt des Verteilmastes verläuft. Durch die geradlinige Bewegung können - unabhängig vom Aufstellort der Betonpumpe - Standardkonturen abgefahren werden.

**[0011]** Der Bediener kann eine vorgegebene Geschwindigkeit der Endschlauchbewegung über die Betätigungseinrichtung einstellen. Über die Betätigungseinrichtung kann auch ein Signal entsprechend einer negativen Geschwindigkeit vorgegeben werden, das zu einer Bewegung des Endschlauchs entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung führt. Diese Funktion ermöglicht ein einfaches Zurückfahren des Endschlauchs ohne aufwändige Steuerungsschritte oder Änderung der Bewegungsrichtung.

**[0012]** Mit den zusätzlichen Verfahrensschritten: Empfangen eines Signals entsprechend einer geänderten Bewegungsrichtung von der Betätigungseinrichtung und Übermitteln eines Signals zur Anpassung der vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung, kann die vorgegebene Bewegungsrichtung geändert werden. Die angepasste Bewegungsrichtung kann dabei nahezu verzögerungsfrei über die Anzeigeeinrichtung angezeigt werden, und so lange geändert werden, bis sie der gewünschten Bewegungsrichtung entspricht.

**[0013]** Die vorgegebene Bewegungsrichtung kann einer x- und y-Richtung eines kartesischen Koordinatensystems entsprechen, bei dem sich der Endschlauch im Koordinatenursprung des kartesischen Koordinatensystems befindet, und die vorgegebene Geschwindigkeit kann einer Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung entsprechen. Die Anzeigeeinrichtung zeigt in diesem Fall anstelle einer vorgegebenen Bewegungsrichtung, sowohl die x- als auch die y-Achse des kartesischen Koordinatensystems an. Diese Achsen können beispielsweise einmalig auf der Baustelle ausgerichtet werden. Das orthogonale Koordinatensystem im zweidimensionalen Raum ermöglicht dem Bediener eine schnelle Orientierung.

**[0014]** Die Steuereinrichtung kann so ausgebildet sein, dass die vorgegebene Bewegungsrichtung und die vorgegebene Geschwindigkeit bzw. die x- und y-Richtung und die vorgegebene Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung in Steuersignale für mindestens einen Gelenksantrieb des Betonverteilmastes umgerechnet werden. Dazu kann die Steuereinrichtung ferner dazu ausgebildet sein, mit einem Winkelgeber eines Gelenksantriebs des Betonverteilmastes zu kommunizieren. Das heißt über die

Winkelgeber können Informationen über die Winkel der Knickgelenke ausgelesen werden. Vorzugsweise kommuniziert die Steuereinrichtung mit jedem Winkelgeber eines Gelenksantriebs oder Mastarms des Betonverteilmastes.

**[0015]** Vorzugsweise wird zum Steuern der Endschlauchbewegung ein System umfassend eine entsprechende Steuereinrichtung, eine Anzeigeeinrichtung und eine Betätigungseinrichtung verwendet. Die Steuereinrichtung ist dazu so ausgebildet, dass sie Signale an die Anzeigeeinrichtung bezüglich der vorgegebenen Bewegungsrichtung übermittelt und Signale von der Betätigungseinrichtung bezüglich einer vorgegebenen Geschwindigkeit empfängt. Über die im Bereich des Endschlauchs angeordnete Anzeigeeinrichtung kann die vorgegebene Bewegungsrichtung direkt angezeigt werden. Über die Betätigungseinrichtung kann die vorgegebene Geschwindigkeit durch den Bediener direkt eingestellt werden.

**[0016]** Die Anzeigeeinrichtung kann als physikalische Einrichtung an dem Endschlauch angeordnet sein oder computergestützt in das Sichtfeld eines Bedieners projiziert werden. Zusätzlich zu der Bewegungsrichtung kann die Anzeigeeinrichtung eine weitere Richtung entgegengesetzter Bewegungsrichtung (Rückwärtsrichtung) anzeigen. Somit kann ein Bediener die Anzeigeeinrichtung aus jedem Blickwinkel - auch von hinten - erkennen. In kartesischen Koordinaten bedeutet dies, dass neben der x- und y-Richtung auch die -x und -y Richtungen angezeigt werden können.

**[0017]** Die Anzeigeeinrichtung kann als mechanischer Zeiger oder als elektronische Anzeigeeinrichtung, vorzugsweise als LED Ring ausgebildet sein. Der mechanische Zeiger kann mechanisch angetrieben immer die in die vorgegebene Bewegungsrichtung zeigen und ähnlich wie das Endschlauchquatschventil, das den Endschlauch verschließen kann, am Endschlauch angebracht sein. Der LED-Ring kann umlaufend und über seinen Umfang verteilt eine Vielzahl von Leuchtmitteln aufweisen, die aufleuchten und so die vorgegebene Richtung anzeigen. Alternativ kann der LED-Ring so ausgebildet sein, dass bspw. die Farbe „grün“ die Vorwärtsrichtung (vorne) und die Farbe „rot“ die Rückwärtsrichtung (hinten) anzeigen.

**[0018]** Die Betätigungseinrichtung kann als Fernsteuerung, bspw. als Funkfernsteuerung, ausgebildet sein. Dies ermöglicht dem Bediener die Bewegung des Endschlauches von jedem Punkt der Baustelle aus zu steuern. Es ist insbesondere nicht notwendig, sich in unmittelbarer Nähe des Endschlauchs oder ggf. der Steuereinrichtung aufzuhalten.

**[0019]** Die Betätigungseinrichtung kann ein erstes Bedienelement umfassen, wobei über das erste Be-

dienelement die vorgegebene Geschwindigkeit und/oder die vorgegebene Bewegungsrichtung eingestellt wird. Die Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung können schrittweise entsprechend vordefinierter Intervalle oder kontinuierlich eingestellt werden. Eine Auslenkung des Bedienelements in oder entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung kann zu einer Fahrbewegung des Endschlauchs führen. Eine Auslenkung des Bedienelements senkrecht zur vorgegebenen Bewegungsrichtung kann zur einer Lenkbewegung (Zylinderkoordinaten) oder zu einer Bewegung senkrecht zur vorgegebenen Bewegungsrichtung (kartesische Koordinaten) führen. Die Betätigungseinrichtung kann alternativ ein erstes und zweites Bedienelemente umfassen, wobei über das erste Bedienelement die vorgegebene Bewegungsrichtung und über das zweite Bedienelement die vorgegebene Geschwindigkeit eingestellt bzw. geändert werden. Die Steuerung kann als proportionale, stufenlos regelbare Zweikanal-Fernsteuerung (ein Kanal für die Geschwindigkeit, ein Kanal für die Richtung) ausgebildet sein.

**[0020]** Alternativ kann die Betätigungseinrichtung ein Bedienelement umfassen, wobei über das Bedienelement die Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung einstellbar ist oder eine Betätigungseinrichtung mit einem ersten und zweiten Bedienelement umfassen, bei der über das erste bzw. zweite Bedienelement die Bewegungsrichtung in x- bzw. y-Richtung einstellbar ist.

**[0021]** Eines oder mehrere der Bedienelemente können als Joystick ausgebildet sein.

**[0022]** Die Erfindung betrifft ferner einen Betonverteilermast mit einer entsprechenden Steuerungseinrichtung oder einem entsprechenden System umfassend eine Steuerungseinrichtung.

**[0023]** Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilermast einer Betonpumpe angeordneten Endschlauchs, um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einer geeigneten Recheneinrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung, ausgeführt wird. Die vorliegende Beschreibung deckt auch ein Computerprogramm mit Programmcode ab, der dazu geeignet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, wenn das Computerprogramm auf einer geeigneten Recheneinrichtung wie bspw. einer Steuereinrichtung abläuft. Es werden sowohl das Computerprogramm selbst als auch abgespeichert auf einem computerlesbaren Medium (Computerprogrammprodukt) beansprucht.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit weiteren im Zusammenhang mit der erfindungsge-

mäßen Steuereinrichtung beschriebenen Merkmalen fortgebildet werden. Die erfindungsgemäße Steuereinrichtung kann mit weiteren im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschriebenen Merkmalen fortgebildet werden.

**[0025]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1:** schematische Ansicht eines an einem Betonverteilermast angeordneten Endschlauchs mit einer mechanischen Anzeigeeinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform a) in Seitenansicht und b) in Draufsicht;

**Fig. 2:** schematische Ansicht eines an einem Betonverteilermast angeordneten Endschlauchs mit einer Anzeigeeinrichtung in einer alternativen Ausführungsform a) in Seitenansicht und b) in Draufsicht;

**Fig. 3:** schematische Ansicht der Bewegungsmöglichkeiten eines an einem Betonverteilermast angeordneten Endschlauchs;

**Fig. 4:** schematische Darstellung einer Betonpumpe mit erfindungsgemäßer Steuereinrichtung;

**Fig. 5:** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern der Endschlauchbewegung entlang einer rechteckigen, geschlossenen Kontur;

**Fig. 6:** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum unabhängigen Steuern der Richtung und Geschwindigkeit der Endschlauchbewegung entlang einer eckigen, offenen Kontur;

**Fig. 7:** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern der Endschlauchbewegung entlang einer runden, geschlossenen Kontur; und

**Fig. 8:** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern der Endschlauchbewegung entlang einer eckigen, offenen Kontur mit kartesischen Koordinaten.

**[0026]** In **Fig. 1** ist eine Mastspitze eines (Beton-)Verteilermasts 10 einer Betonpumpe gezeigt. Bei dem in der Figur dargestellten Teil des Verteilermasts 10 handelt es sich um den letzten Mastarm. An dem Verteilermast 10 ist eine Betonförderleitung 11 geführt, die in einen flexiblen Endschlauch 12 mündet. In einem Bereich, in dem die Förderleitung 11 in Form eines gekrümmten Rohrverbinders in den Endschlauch 12 übergeht, ist eine Anzeigeeinrichtung 20 angeordnet. Die Anzeigeeinrichtung 20 ist als mechanische Anzeigeeinrichtung ausgebildet. Die Anzeigeeinrichtung 20 umfasst in dieser Ausführungs-

form zwei Anzeigeelemente **22**, **22'**, von denen ein erstes Anzeigeelement **22** in eine y-Richtung eines kartesischen Koordinatensystems zeigt und ein zweites Anzeigeelement **22** in eine x-Richtung des kartesischen Koordinatensystems zeigt. Bei der x-Richtung (Anzeigeelement **22'**) handelt es sich um die vorgegebene Bewegungsrichtung. Die Anzeigeelemente **22**, **22'** sind Teil eines umlaufenden Rings **21**, dessen Ausrichtung über Antriebe **23** eingestellt werden kann und dessen Ausrichtung durch einen Sensor **24** ausgelesen werden kann. Soll die vorgegebene Bewegungsrichtung (Ausrichtung Anzeigeelement **22'**) geändert werden, wird der gesamte Ring samt Anzeigeelemente **22**, **22'** gedreht.

**[0027]** In der in **Fig. 2** gezeigten alternativen Ausführungsform ist die Anzeigeeinrichtung **20** als LED-Ring ausgebildet. Dazu weist der Ring **21** umlaufend und über seinen Umfang verteilt zumindest acht Anzeigeelemente in Form von Leuchtmittel auf. In der dargestellten Ausführungsform können die einzelnen Leuchtmittel jeweils „rot“ oder „grün“ leuchten. Die grünleuchtende LED ist entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung (Anzeigeelement **22'**) ausgerichtet und zeigt dementsprechend in Vorwärtsrichtung, während die rotleuchtende LED entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung ausgerichtet ist (Anzeigeelement **22**) und dementsprechend nach hinten zeigt. Die Verwendung von acht Anzeigemitteln ermöglicht die Einstellung der vorgegebenen Bewegungsrichtung um 45° genau. Je mehr Leuchtmittel verwendet werden, desto genauer kann die vorbestimmte Bewegungsrichtung eingestellt werden.

**[0028]** Bei der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform wird lediglich die vorgegebene Bewegungsrichtung durch die Anzeigeeinrichtung **20** in Form von Anzeigeelement **22'** angezeigt. Über ein nicht dargestelltes Betätigungselement kann der Endschlauch **12** entlang oder entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung (entlang der Pfeilrichtungen **221** und **220**) bewegt werden. Zudem kann die vorgegebene Bewegungsrichtung durch eine Drehbewegung entlang der Pfeilrichtung **222** geändert werden und somit die Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung anders ausgerichtet werden. Die Position des Endschlauchs **12** wird auch als „Tool Center Point“ (TCP) bzw. Werkzeugmittelpunkt bezeichnet.

**[0029]** In **Fig. 4** ist eine Autobetonpumpe **1** mit Betonverteilmast **10** aus der Vogelperspektive dargestellt, an dessen Mastspitze der Endschlauch **12** angeordnet ist. In dem Bereich des Endschlauchs **12** ist eine Anzeigeeinrichtung **20** angeordnet, die über Anzeigeelement **22'** eine vorgegebene Bewegungsrichtung in Fahrtrichtung der Autobetonpumpe **1** anzeigt. Der Betonverteilmast **10** weist ferner eine Steuerungseinrichtung **50** zur Endschlauchbewegung auf. Die Steuerungseinrichtung **50** ist derart ausgebildet, dass sie zur Endschlauchbewegung Signale an die

Anzeigeeinrichtung **20** zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung senden kann und Signale bezüglich einer vorgegebenen Geschwindigkeit von einer Betätigungseinrichtung (nicht dargestellt) empfangen kann. Aus diesen Informationen berechnet die Steuerungseinrichtung **50** Steuersignale für die Gelenkantriebe des Betonverteilmasts **10**. Zu den Gelenkantrieben zählen das zentrale Drehwerk und die Schwenkgelenke zwischen den einzelnen Mastarmen. Der Winkel  $\alpha$  der Anzeigeeinrichtung **20** wird dabei gegenüber dem Koordinatensystem der Maschine (x, z) konstant gehalten.

**[0030]** In den **Fig. 5-8** sind verschiedene Konturen **40** dargestellt, die mit dem Verfahren bzw. der Steuerungseinrichtung **50** zum Steuern der Bewegung des Endschlauchs **12** abgefahren werden können. Die Steuerung und Bedienung wird nachstehend näher erläutert.

**[0031]** In **Fig. 5** ist die Autobetonpumpe **1** durch den Verteilmast **10** angedeutet, an dessen Ende der Endschlauch **12** angeordnet ist. In einer Ausgangsposition ist der Endschlauch **12** in einer rechten oberen Ecke der rechteckigen Kontur **40** angeordnet. Im Bereich des Endschlauchs **12** ist eine Anzeigeeinrichtung **20** mit zwei Anzeigeelementen **22**, **22'** angeordnet. Das Anzeigeelement **22'** zeigt in die vorgegebene Bewegungsrichtung, das Anzeigeelement **22** weist in eine zur vorgegebenen Bewegungsrichtung entgegengesetzte Richtung. Es ist zusätzlich eine als Fernsteuerung ausgebildete Betätigungseinrichtung **30** dargestellt, über die ein Bediener die Endschlauchbewegung durch Vorgabe einer Geschwindigkeit steuern kann.

**[0032]** Die Steuerungseinrichtung **50** ist derart ausgebildet, dass sie mit der Anzeigeeinrichtung **20**, der Betätigungseinrichtung **30** und dem Verteilmast **10** wie voranstehend beschrieben zusammenwirkt (gestrichelte Linie). Anhand der vorgegebenen Richtung gemäß Anzeigeeinrichtung **20** und der vorgegebenen Geschwindigkeit gemäß Betätigungseinrichtung **30** berechnet die Steuerungseinrichtung **50** Fahrbefehle für die Antriebsgelenke des Verteilmasts **10** derart, dass der Endschlauch **12**, insbesondere geradlinig, entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung bewegt werden kann. Die Steuerungseinrichtung **50** übernimmt dabei die Umsetzung der Fahrbefehle eines Bedieners in Fahrbefehle für die Gelenke des Verteilmasts **10**.

**[0033]** Die Betätigungseinrichtung **30** weist in dieser Ausführungsform ein Bedienelement **31** auf. Es ist ebenfalls denkbar, dass die Betätigungseinrichtung **30** zwei oder mehr Bedienelemente aufweist, wobei ein erstes Bedienelement der Geschwindigkeit und ein zweites Bedienelement der Richtung zugeordnet werden kann. Die Steuerung kann als proportionale, stufenlos regelbare Ein- oder Zweikanal-Fernsteuer-

zung (ein Kanal für die Geschwindigkeit, ein Kanal für die Richtung) ausgebildet sein.

**[0034]** Das Bedienelement **31** ist als Joystick ausgebildet. Eine Legende **31'** zeigt verschiedene Joystickstellungen des Bedienelements **31**, die ebenfalls entlang der abzufahrenden Kontur **40** dargestellt sind. In der ersten Zeile der Legende **31'** ist die Stellung des Bedienelements **31** in x-Richtung von der Seite gezeigt und in der zweiten Zeile ist die gleiche Stellung des Bedienelements **31** in x-Richtung von oben gezeigt. Bei einer Stellung des Bedienelements **31** in +x bzw. -x-Richtung ändert sich die vorgegebene Bewegungsrichtung. In der dritten Zeile der Legende **31'** ist die Stellung des Bedienelements **31** in y-Richtung von oben gezeigt. Auf eine entsprechende Seitendarstellung wurde verzichtet, da sich die y-Richtung in der Legende **31'** senkrecht zur Papirebene befindet. Bei einer Stellung des Bedienelements in +y oder -y-Richtung bewegt sich der Endschlauch **12** in Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung. In dieser Ausführungsform der Betätigungseinrichtung **30** entspricht somit eine Bewegung des Joysticks in x-Richtung dem „Lenken“ und eine Bewegung in y-Richtung dem „Fahren“. Die Funktionen des Bedienelements **31** in x- und y-Richtung können natürlich auch vertauscht werden. Durch die vier verschiedenen Stellungen des Bedienelements **31** (+x, -x, +y, -y) kann der Endschlauch **12** beliebig gesteuert werden. Dies wird nachstehend ausführlich erläutert.

**[0035]** Bei einer Auslenkung des Bedienelements **31** nach oben (+y) bewegt sich der Endschlauch **12** vorwärts d.h. entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22'**. Bei einer Auslenkung des Bedienelements **31** nach unten bewegt sich der Endschlauch **12** rückwärts, d.h. entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22**. Bei einer Auslenkung des Bedienelements **31** zur Seite (+x, -x) dreht sich die vorgegebene Bewegungsrichtung nach rechts bzw. links, d.h. im oder entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn. Es ist grundsätzlich möglich die Einstellungen mithilfe von zwei Bedienelementen anstelle von einem Bedienelement **31** auszuführen.

**[0036]** In **Fig. 5** sind die Fahrbefehle zum Abfahren einer rechteckigen, geschlossenen Kontur **40** anhand einer vorgegebenen Bewegungsrichtung und einer vorgegebenen Geschwindigkeit gezeigt. Um den Endschlauch **12** entlang der geschlossenen Kontur zu bewegen, werden abwechselnd Fahrbefehle zum Bewegen entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung (+y) und Lenkbefehle (Änderung der vorgegebenen Bewegungsrichtung) entgegen dem Uhrzeigersinn (+x) vorgegeben. An den Eckpunkten der rechteckigen Kontur **40** findet jeweils eine Drehung der vorgegebenen Bewegungsrichtung um 90° statt.

**[0037]** In **Fig. 6** sind die Fahrbefehle zum Abfahren einer eckigen, offenen Kontur **40** durch eine vorgegebene Bewegungsrichtung und vorgegebene Geschwindigkeit gezeigt. Die Kontur **40** kann in Richtung der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22'** oder entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22** und ggf. zurück abgefahren werden. Ausgehend von der gezeigten Ausgangsstellung (linke obere Ecke der Kontur **40**) wird der Endschlauch **12** durch Auslenkung des Bedienelements **31** nach unten (-y) zunächst entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22** bewegt. An dem Eckpunkt der eckigen Kontur **40** wird der Endschlauch **12** anschließend durch Auslenkung des Bedienelements **31** nach rechts (-x) im Uhrzeigersinn gedreht. Der Drehwinkel beträgt 90°. Durch Auslenkung des Bedienelements **31** nach unten (-y) wird der Endschlauch **12** anschließend erneut entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22** bewegt. Der Rückweg erfolgt analog durch Auslenkung des Bedienelements **31** nach oben, woraufhin eine Bewegung des Endschlauchs **12** entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22'**. Alternativ ließe sich auch am Umkehrpunkt die vorgegebene Bewegungsrichtung um 180° drehen.

**[0038]** In **Fig. 7** sind die Fahrbefehle zum Abfahren einer runden, geschlossenen Kontur **40** anhand einer vorgegebenen Bewegungsrichtung und einer vorgegebenen Geschwindigkeit gezeigt. Die Besonderheit bei einer Bewegung entlang einer Kreisbahn liegt darin, dass die Lenk- und Fahrbewegung gleichzeitig stattfinden. Dazu wird das Bedienelement **31** in Fahr- richtung vorwärts (+y) und zum Lenken nach links (+x) ausgelenkt, was der gezeigten diagonalen Auslenkung des Bedienelements **31** nach oben links entspricht. Daraus ergibt sich eine Bewegung entlang der in **Fig. 7** dargestellten Kreisbahn. Es ist ebenfalls möglich bei der Verwendung von zwei Bedienelementen, die Bedienelemente jeweils in +x- bzw. +y-Richtung auszulenken.

**[0039]** In **Fig. 8** sind die Fahrbefehle zum Abfahren einer eckigen, offenen Kontur **40** anhand von kartesischen Koordinaten gezeigt.

**[0040]** Im Unterschied zu den in **Fig. 6** gezeigten Fahrbefehlen (bei identischer Kontur **40**), findet keine Lenkbewegung, d.h. Änderung der vorgegebenen Bewegungsrichtung, statt. Stattdessen wird der Endschlauch **12** nur in bzw. entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22, 22'** und dazu senkrecht bewegt. Aus der in **Fig. 8** gezeigten Ausgangsposition wird der Endschlauch zunächst entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung **22** durch Auslenken des Bedienelements **31** nach unten (-y) bewegt und anschließend durch Auslenkung des Bedienelements **31** nach rechts (-x) senkrecht zur vorgegebenen Bewegungsrichtung bewegt. Die Auslenkung des Bedienelements **31** in x- bzw. y-Richtung entspricht damit einer Bewegung in kartesischen Koordinaten und

deckt die gesamte zweidimensionale Fläche (x, y) ab. Die vorgegebene Bewegungsrichtung **22** (Anzeigeelement **22'**) entspricht somit der y- bzw. -y-Richtung.

**[0041]** Mit dem Verfahren bzw. der Steuereinrichtung **50** zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast **10** einer Betonpumpe **1** angeordneten Endschlauchs **12** können Konturen **40** beliebiger Form abgefahren werden, bei denen die Gelenkantriebe des Verteilmasts **10** komplexe Bewegungsabläufe durchführen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast (10) angeordneten Endschlauchs (12) mit einer im Bereich des Endschlauchs (12) angeordneten Anzeigeeinrichtung (20) mittels einer Steuereinrichtung (50) mit den Schritten:

- Ausgeben eines Signals zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung (20),
- Empfangen einer vorgegebenen Geschwindigkeit zur Bewegung des Endschlauchs (12) von einer Betätigungseinrichtung (30) und
- Berechnen und Ausgeben von Steuersignalen zum Steuern des Betonverteilmasts (10) derart, dass sich der Endschlauch (12) mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung bewegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Endschlauch (12) geradlinig bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine vorgegebene negative Geschwindigkeit zu einer Bewegung des Endschlauchs entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung führt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Berechnen der Steuersignale für mindestens einen Gelenkantrieb des Betonverteilmasts (10) auf Basis der vorgegebenen Bewegungsrichtung und der vorgegebenen Geschwindigkeit erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit den zusätzlichen Schritten:

- Empfangen einer geänderten Bewegungsrichtung von der Betätigungseinrichtung (30) und
- Übermitteln eines Signals zur Anpassung der vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung (20).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die vorgegebene Bewegungsrichtung einer x- und y-Richtung eines kartesischen Koordinatensystems entspricht, bei dem sich der Endschlauch im Koordinatenursprung befindet und bei dem die vorgege-

bene Geschwindigkeit einer Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung entspricht.

7. Steuereinrichtung (50) zum Bewegen eines an einem Betonverteilmast (10) angeordneten Endschlauchs (12) mit einer im Bereich des Endschlauchs (12) angeordneten Anzeigeeinrichtung (20),

wobei die Steuereinrichtung (50) insbesondere eingerichtet ist, die Schritte des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen, wobei die Steuereinrichtung (50) dazu ausgebildet ist, ein Signal zum Anzeigen einer vorgegebenen Bewegungsrichtung an die Anzeigeeinrichtung (20) auszugeben, eine vorgegebene Geschwindigkeit zur Bewegung des Endschlauchs (12) von einer Betätigungseinrichtung (30) zu empfangen und Steuersignale zum Steuern des Betonverteilmasts (10) entsprechend einer Bewegung des Endschlauchs (12) mit der vorgegebenen Geschwindigkeit in die vorgegebene Bewegungsrichtung zu berechnen und auszugeben.

8. Steuereinrichtung (50) nach Anspruch 7, bei der die vorgegebene Bewegungsrichtung einer x- und y-Richtung eines kartesischen Koordinatensystems entspricht, bei dem sich der Endschlauch im Koordinatenursprung befindet, und bei der die vorgegebene Geschwindigkeit einer Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung entspricht.

9. Steuereinrichtung (50) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Steuereinrichtung (50) dazu ausgebildet ist, die vorgegebene Bewegungsrichtung und die vorgegebene Geschwindigkeit bzw. die x- und y-Richtung und die vorgegebene Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung in Steuersignale für mindestens einen Gelenkantrieb des Betonverteilmasts (10) umzurechnen.

10. Steuereinrichtung (50) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, die dazu ausgebildet ist, mit einem Winkelgeber eines Gelenkantriebs des Betonverteilmasts (10) zu kommunizieren.

11. System aus einer Steuereinrichtung (50) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, einer Anzeigeeinrichtung (20) und einer Betätigungseinrichtung (30).

12. System nach Anspruch 11, bei dem die Anzeigeeinrichtung (20) als physikalische Einrichtung an dem Endschlauch (12) angeordnet ist oder computergestützt in das Sichtfeld eines Bedieners projiziert wird.

13. System nach Anspruch 11 oder 12, bei dem die Anzeigeeinrichtung (20) als mechanischer Zeiger oder als elektronische Anzeigeeinrichtung, vorzugsweise als LED-Ring, ausgebildet ist.

14. System nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem die Anzeigeeinrichtung (20) zusätzlich eine Bewegungsrichtung entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung oder eine -x- und -y-Richtung des kartesischen Koordinatensystems anzeigt.

15. System nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei dem die Betätigungseinrichtung (30) als Fernsteuerung ausgebildet.

16. System nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei dem die Betätigungseinrichtung (30) ein erstes Bedienelement (31) umfasst, wobei über das erste Bedienelement (31) die vorgegebene Geschwindigkeit und/oder die vorgegebenen Bewegungsrichtung einstellbar ist.

17. System nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei dem die Betätigungseinrichtung (30) ein Bedienelement (32) umfasst, wobei über das Bedienelement (32) die Bewegungsrichtung in x- und/oder y-Richtung eingestellt werden kann oder bei dem die Betätigungseinrichtung (30) ein erstes und zweites Bedienelement umfasst, wobei über das erste Bedienelement die Geschwindigkeit und über das zweite Bedienelement die Bewegungsrichtung eingestellt werden kann.

18. System nach einem der Ansprüche 16 oder 17, bei dem eines oder mehrere Bedienelemente (31) als Joystick ausgebildet ist.

19. Betonverteilmast (10) mit einer Steuereinrichtung (50) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10 und/oder mit einem System gemäß einem der Ansprüche 11 bis 89.

20. Betonverteilmast nach Anspruch 19, bei dem ein Betriebsmodus der Steuereinrichtung (50) zwischen Zylinderkoordinaten und kartesischen Koordinaten gewechselt werden kann.

21. Computerprogramm mit Programmcodemitteln zum Steuern der Bewegung eines an einem Betonverteilmast (10) einer Betonpumpe angeordneten Endschlauchs (12), um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einer geeigneten Recheneinrichtung, insbesondere einer Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, ausgeführt wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

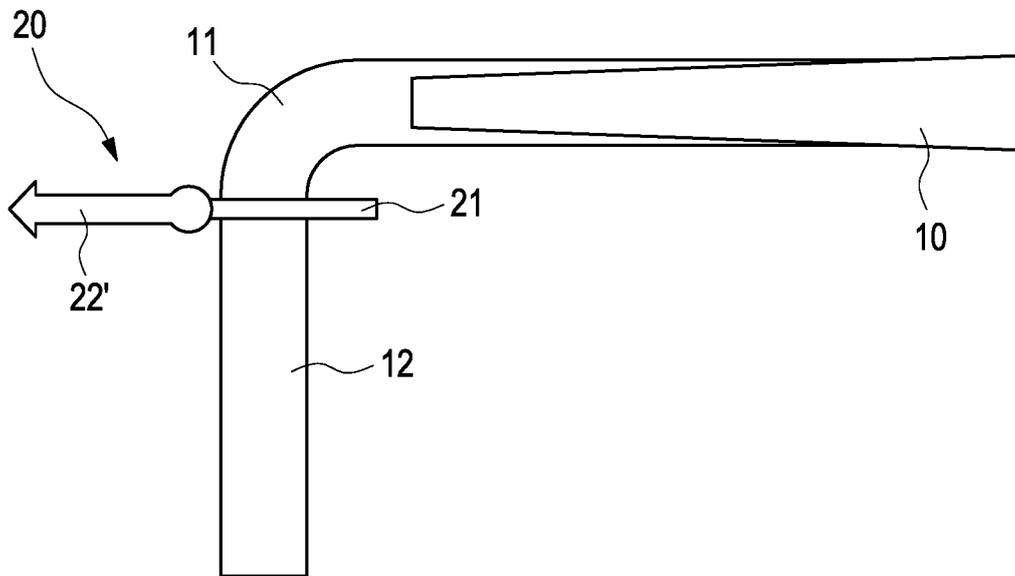


Fig. 1 a

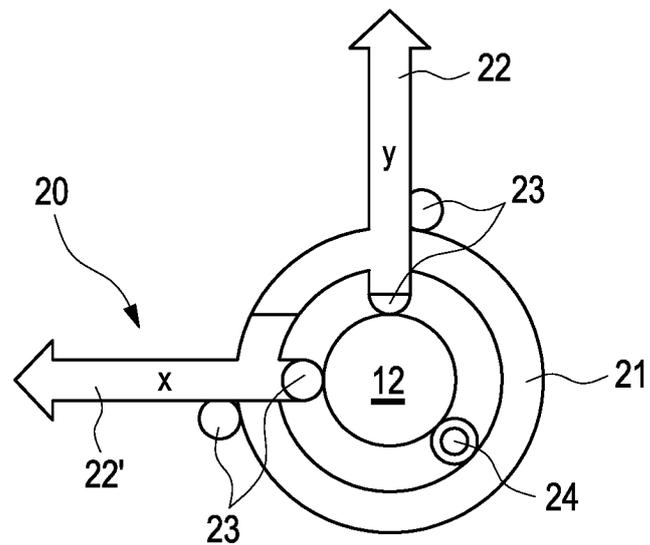


Fig. 1 b

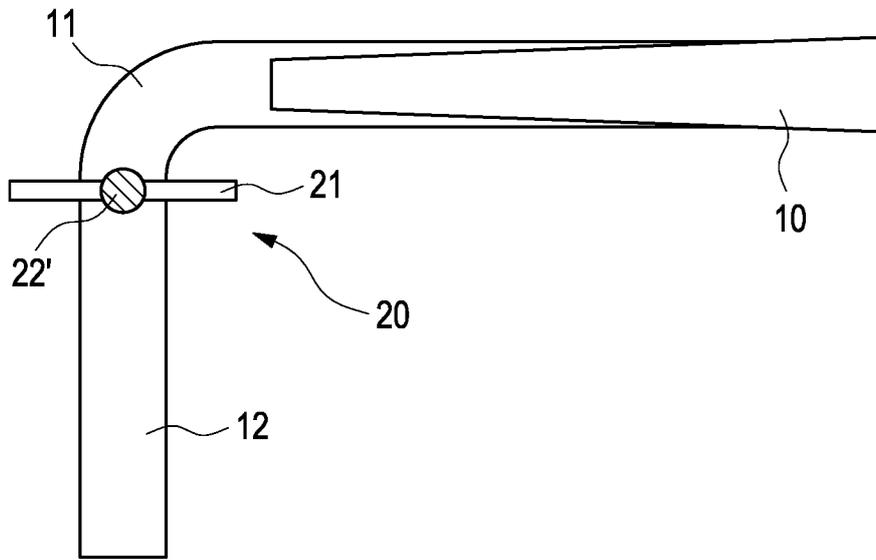


Fig. 2 a

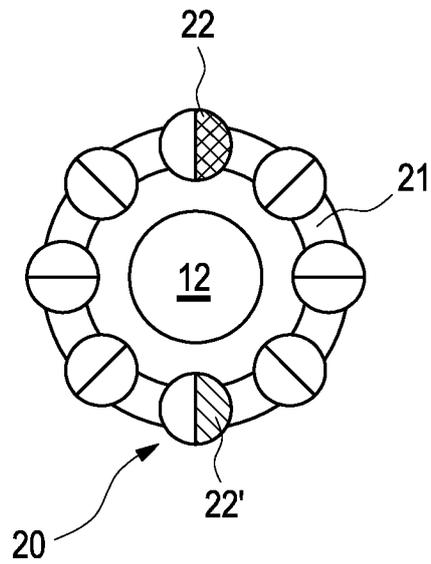


Fig. 2 b

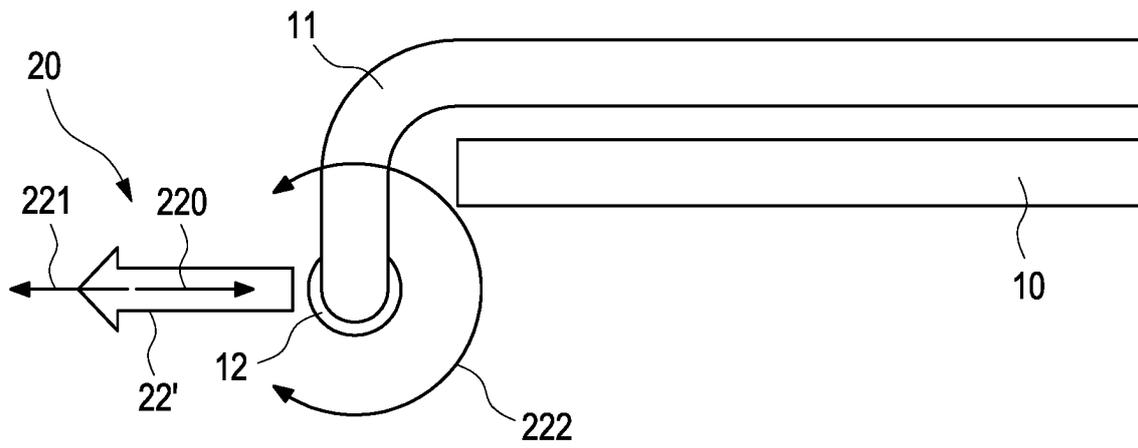


Fig. 3

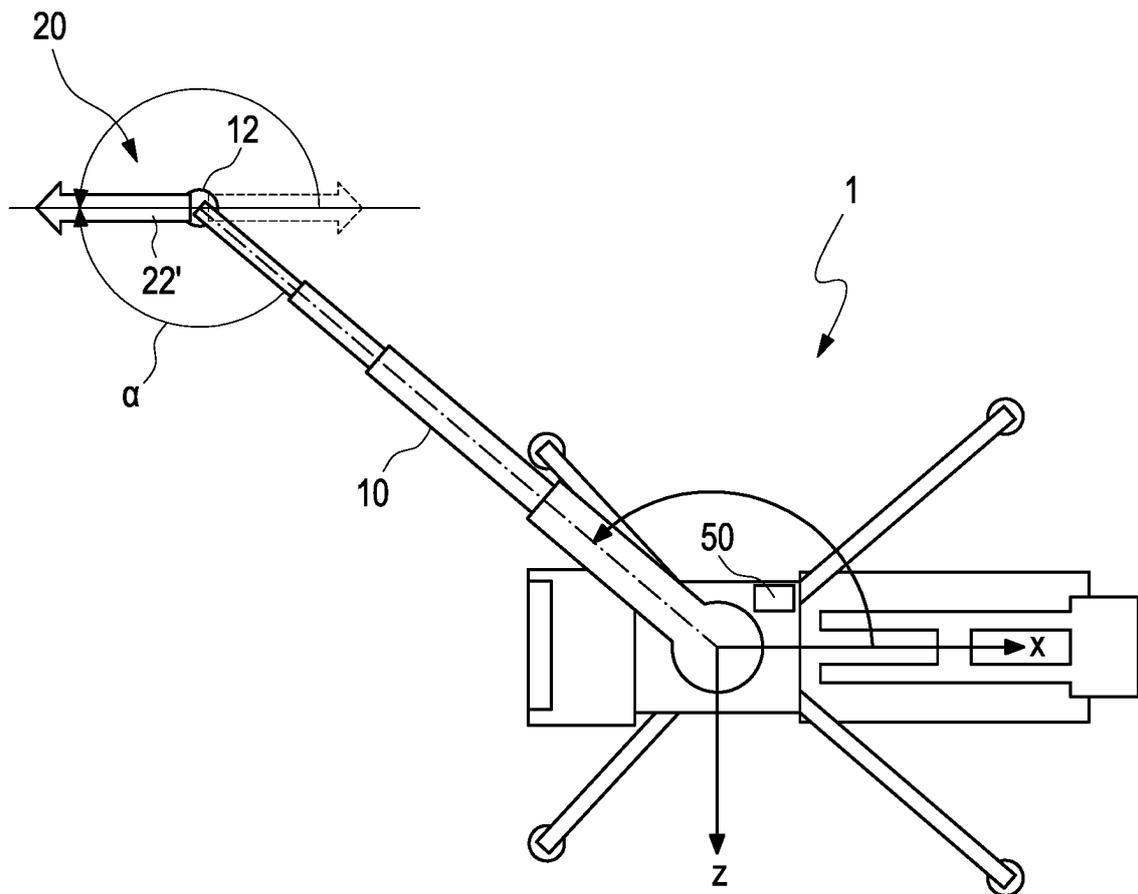


Fig. 4

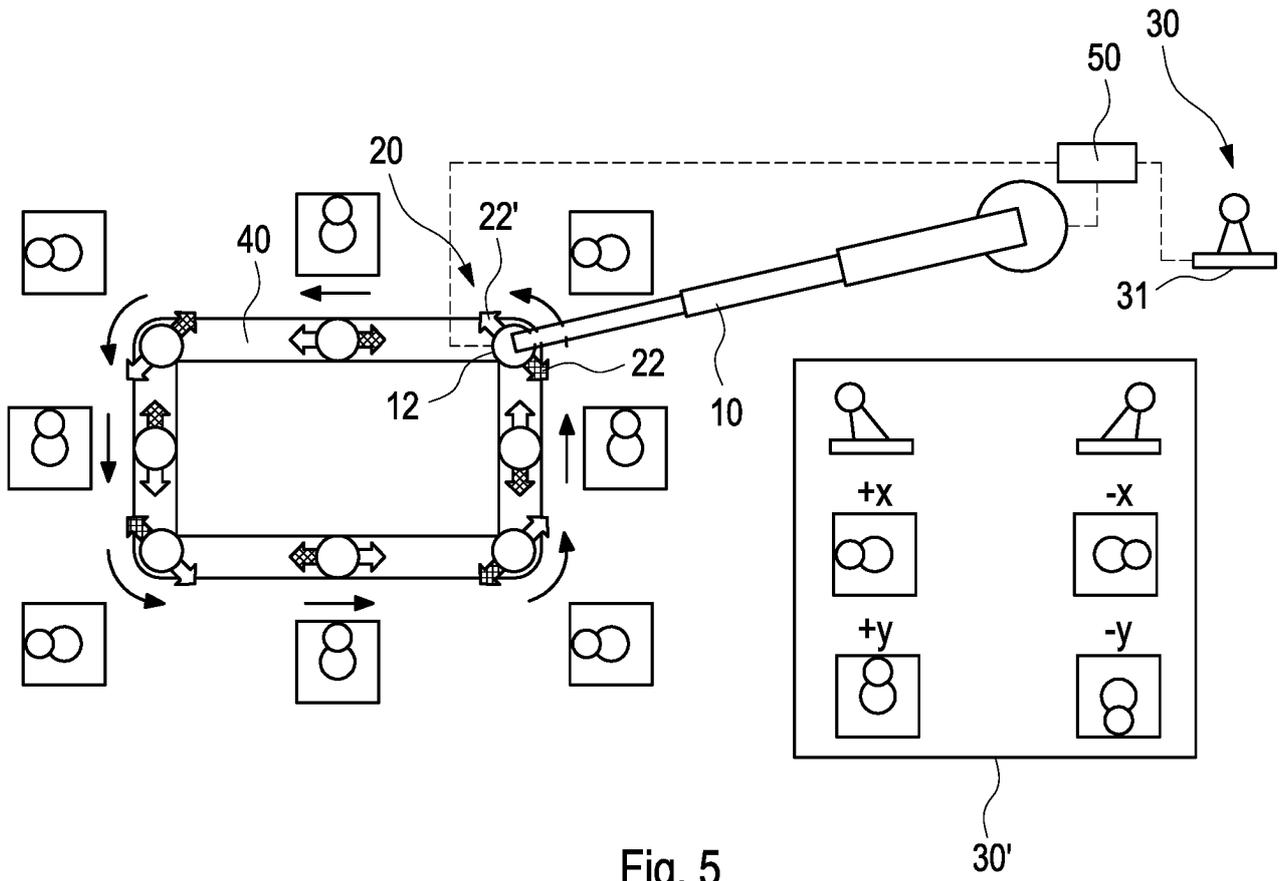


Fig. 5

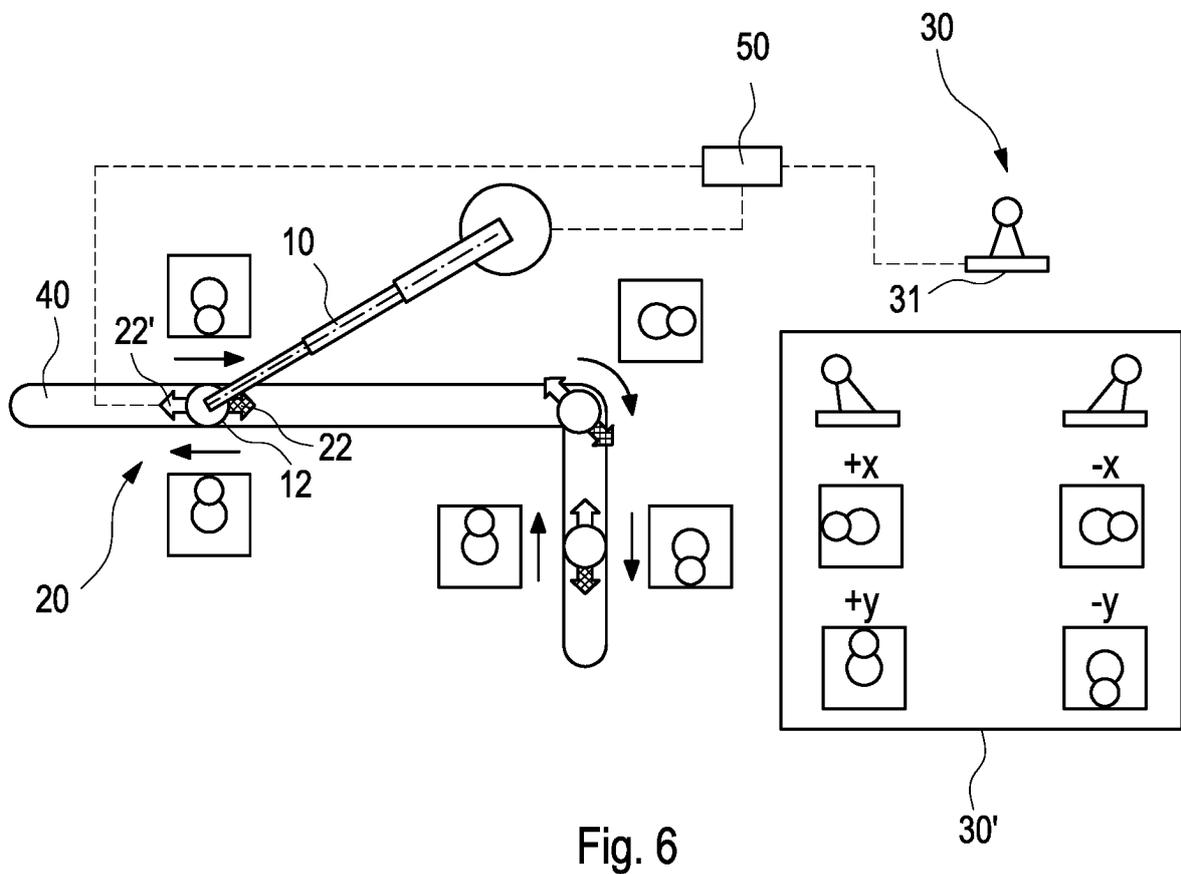


Fig. 6

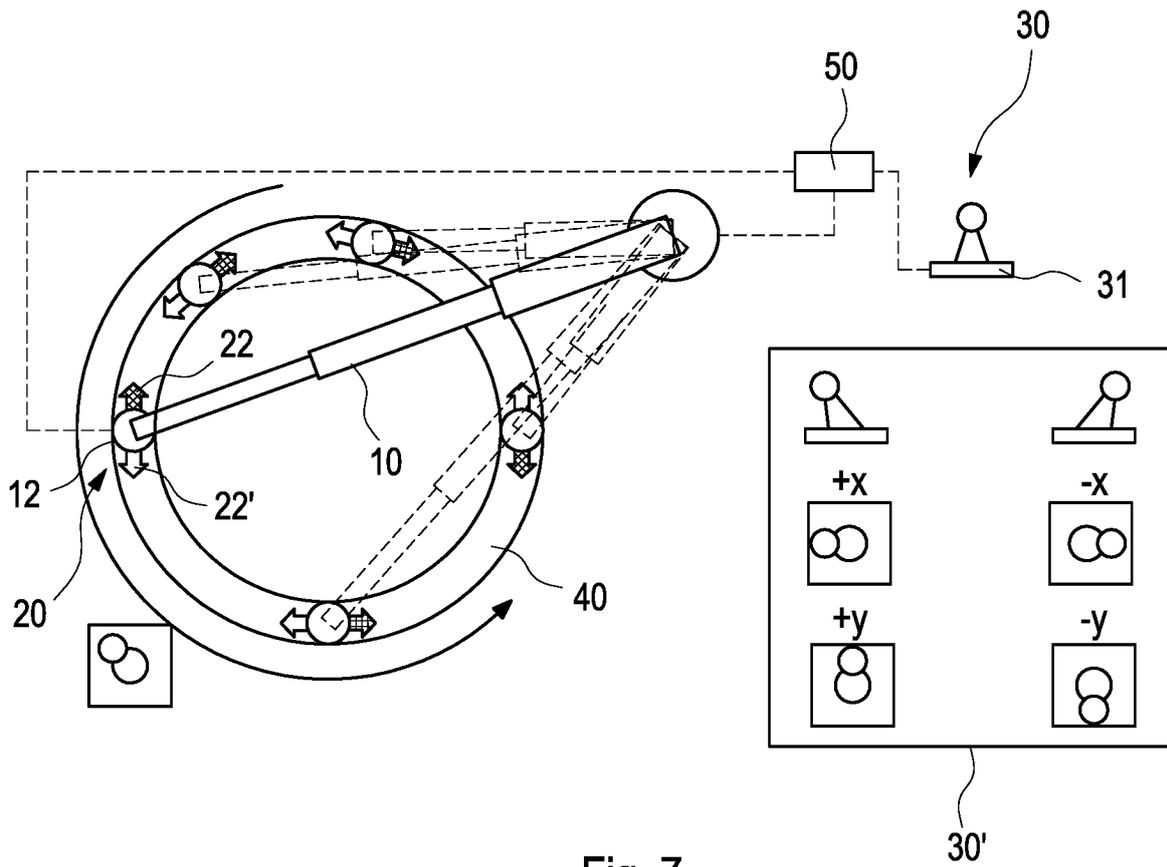


Fig. 7

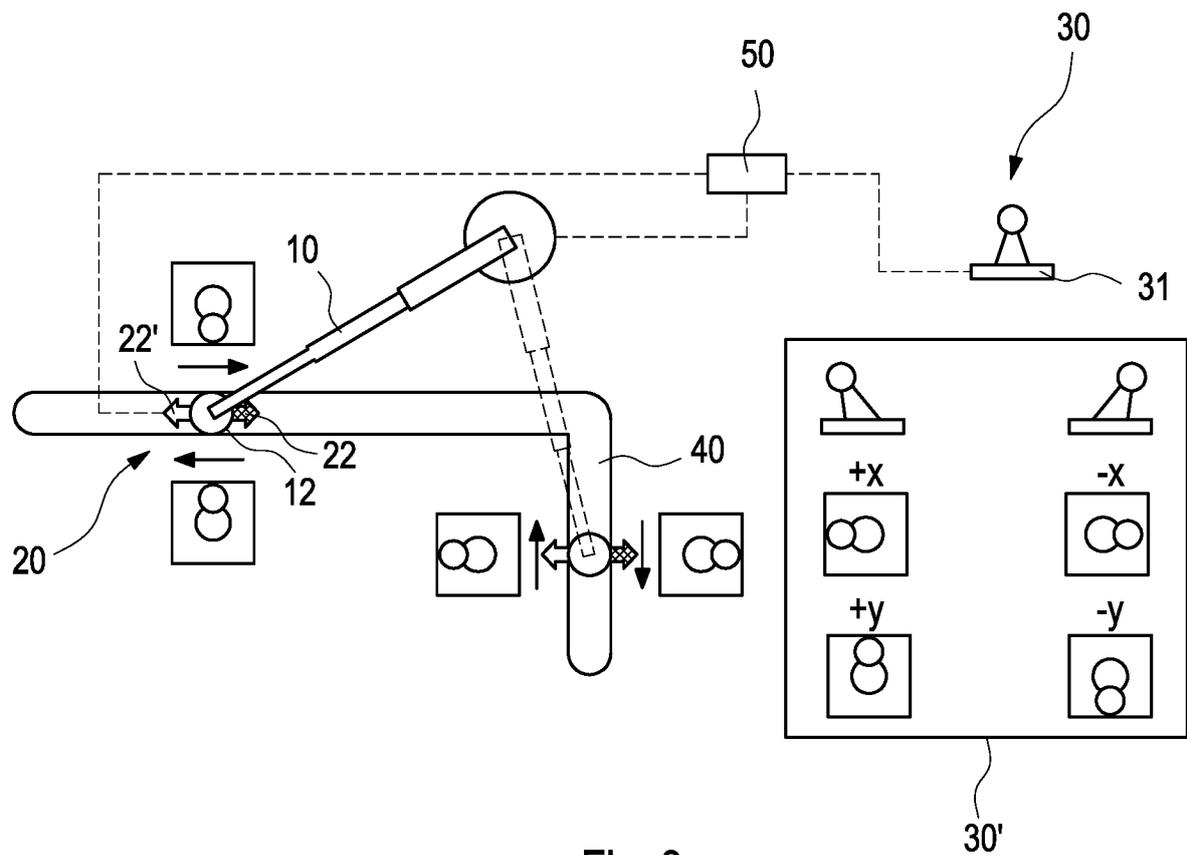


Fig. 8