

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Juni 2018 (28.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/115270 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E04G 21/04 (2006.01) B66C 23/78 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/084067

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Dezember 2017 (21.12.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 125 450.9
22. Dezember 2016 (22.12.2016) DE

(71) Anmelder: SCHWING GMBH [DE/DE]; Heerstr. 9 - 27,
44653 Herne (DE).

(72) Erfinder: SACKEN, Christoph; An der Kahrstege 13,
45721 Haltern am See (DE). OLEKSYUK, Mykola; Am
Kistner 84, 45527 Hattingen (DE). KARRIE, Jörg-Peter;
Blumendelle 26, 45881 Gelsenkirchen (DE). TEBEEK,
Wolfgang; Bonifatiusstraße 56, 45768 Marl (DE). CON-
RAD, Carsten; Hellbachstraße 65, 45661 Recklinghausen
(DE). HENIKL, Johannes; Bussardstraße 30, 46282 Dor-
sten (DE). GLÄSERT, Björn; Pferdebachstraße 254, 58454
WITTEN (DE).

(74) Anwalt: SCHNEIDERS & BEHRENDT et al.; Huestraße
23, 44787 Bochum (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: MOBILE LARGE MANIPULATOR

(54) Bezeichnung: FAHRBARER GROßMANIPULATOR

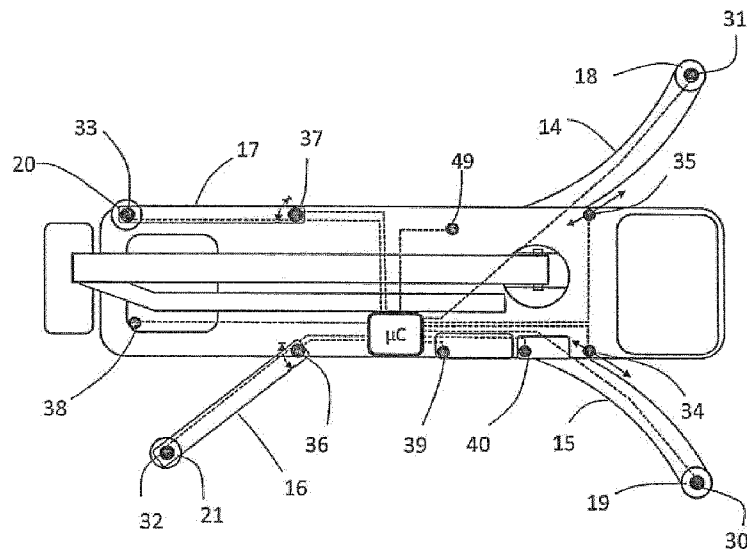


Fig.3

(57) Abstract: The invention relates to a mobile large manipulator (10), in particular an automotive concrete pump, having a chassis (12), a working boom (13) which can be folded out and/or extended and which is arranged on the chassis (12) so as to be rotatable about a vertical axis, supporting outriggers (14, 15, 16, 17) which are each arranged on the chassis (12) and can be extended horizontally from a driving position completely or partially into a supporting position, and vertically extendable supporting legs (18, 19, 20, 21) which are arranged on the outer ends of the supporting outriggers (14, 15, 16, 17) and which support the mobile large manipulator (10), with the formation of a respective supporting force of the supporting legs (18, 19, 20, 21) and having a program-controlled supporting aid (μ C) which is configured for determining setpoint supporting forces (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) for the individual supporting legs (18, 19, 20, 21) while taking account of the supporting position of



WO 2018/115270 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the supporting outriggers (14, 15, 16, 17) in which the chassis (12) of the large manipulator (10) is set up unstressed in the supported state. Moreover, the invention relates to a method for the program-controlled assistance of the supporting operation of a mobile large manipulator (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen fahrbareren Großmanipulator (10), insbesondere eine Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell (12), einem auf dem Fahrgestell (12) um eine Hochachse drehbar angeordneten, ausfalt- und / oder ausfahrbaren Arbeitsausleger (13), Stützauslegern (14, 15, 16, 17), die jeweils am Fahrgestell (12) angeordnet und von einer Fahrstellung ganz oder teilweise in eine Abstützstellung horizontal ausfahrbar sind, an den äußeren Enden der Stützausleger (14, 15, 16, 17) angeordnete, vertikal ausfahrbare Stützbeine (18, 19, 20, 21), die den fahrbaren Großmanipulator (10), unter Bildung einer jeweiligen Stützkraft der Stützbeine (18, 19, 20, 21) abstützen, mit einer programmgesteuerten Abstützhilfe (μC) die zur Ermittlung von Soll-Stützkraften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) für die einzelnen Stützbeine (18, 19, 20, 21) unter Berücksichtigung der Abstützstellung der Stützausleger (14, 15, 16, 17) eingerichtet ist, bei denen das Fahrgestell (12) des Großmanipulators (10) im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur programmgesteuerten Unterstützung des Abstützvorganges eines fahrbaren Großmanipulators (10).

Fahrbarer Großmanipulator

- 5 Die Erfindung betrifft einen fahrbaren, für den Arbeitsbetrieb abstützba-
ren Großmanipulator, sowie ein Verfahren zur programmgesteuerten Unterstützung
zur Abstützung eines fahrbaren Großmanipulators.

Fahrbare Großmanipulatoren sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise
aus WO 2005/095256 A1, bekannt. Sie umfassen insbesondere ein Fahrgestell,
10 einem auf dem Fahrgestell um eine Hochachse drehbar angeordneten, ausfalt-
und/oder ausfahrba- ren Arbeitsausleger, Stützausleger die jeweils am
Fahrgestell angeordnet und von einer Fahrstellung ganz oder teilweise in eine
Abstützstellung horizontal ausfahrbar sind, sowie an den äußeren Enden der
Stützausleger angeordnete, mit Antriebsaggregaten vertikal ausfahrbare
15 Stützbeine, mit der der fahrbare Großmanipulator unter Bildung einer jeweiligen
Stützkraft der Stützbeine abstützbar ist.

Beim Abstützvorgang eines Großmanipulators mit vier verschwenkbaren bzw.
ausfahrba- ren oder teleskopierbaren Stützauslegern kann es zu Verspannungen
des Fahrgestells kommen, insbesondere wenn zum Ausnivellieren des
20 Fahrgestells die Höhe einzelner Stützbeine der Stützausleger zum Abschluss
des Abstützvorganges nachjustiert wird. Dabei kann es bei einzelnen
Stützbeinen bereits vor der Inbetriebnahme des Großmanipulators zu unnötig
hohen Stützkräften kommen, während auf anderen Stützbeinen die Stützkräfte
zu niedrig sind.

Unter dem Begriff „Fahrgestell“ ist im Folgenden die Kombination des Fahrgestells des LKWs, auf dem der Großmanipulator aufgebaut ist, sowie des Grundrahmens gemeint, auf dem der Arbeitsausleger montiert ist und der weitere Bauteile des Großmanipulators beinhaltet.

- 5 Eine ungleichmäßige Verteilung der Stützlasten beim Abstützen eines Großmanipulators ist für den Bediener in der Regel, insbesondere bei einem steif konstruierten Grundrahmen, nicht erkennbar, denn für das Ausnivellieren des Großmanipulators steht in der Regel nur ein Neigungswinkelmesser (Libelle) zur Verfügung und sobald alle Stützbeine rein optisch fest auf dem
- 10 Boden stehen und der Großmanipulator ausnivelliert ist, ist der Aufstellvorgang abgeschlossen, ohne dass eine Verspannung des Fahrgestells für den Bediener erkennbar wäre.

- Nach der Inbetriebnahme des Großmanipulators führt diese unausgewogene Stützlastverteilung dazu, dass einzelne Stützbeine bzw. die Stützausleger
- 15 stärker als notwendig belastet oder sogar überlastet werden.

- In der Schrift WO 2005/095256 A1 wird für den automatischen Abstützvorgang eines Großmanipulators in Form einer Autobetonpumpe eine gekoppelte Ansteuerung der Antriebsaggregate der vier Stützbeine mit Hilfe eines handbetätigten Steuerorgans vorgeschlagen, um eine Verspannung des
- 20 Grundrahmens beim Abstützvorgang durch eine ungleichmäßige Stützkraftverteilung zu vermeiden.

- In der Schrift EP 2727876 A1 wird eine Überwachungseinrichtung für die Stützlasten der Stützbeine eines Mobilkranes vorgeschlagen, bei der zum Abschluss des Abstützvorganges die Summe aller Stützlasten dem
- 25 Gesamtgewicht des Mobilkranes entsprechen soll. Weiterhin wird vorgeschlagen, die Stützkräfte zu bestimmen und gegeneinander auszugleichen. Für den Ausgleich der Stützkräfte ist an den Stützbeinen eine entsprechende Stützkraftsensorik vorgesehen.

- Bei beengten Baustellenverhältnissen ist oftmals nur eine spezielle
- 30 Abstützkonfiguration, beispielsweise eine Teilabstützung, möglich, d.h. die

Stützbeine werden zwar alle bis auf den Boden ausgefahren, aber eine oder mehrere Stützausleger werden nicht vollständig vom Grundrahmen verschwenkt bzw. ausgefahren oder teleskopiert, um beispielsweise an einer Baustelle neben einer Straße noch genügend Raum für den Durchgangsverkehr frei zu lassen.

5 Es hat sich herausgestellt, dass bei derartigen Teilabstützungen die in den o.g. Schriften vorgeschlagenen Verfahren nicht zu den erwünschten Ergebnissen führen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen fahrbaren Großmanipulator zu schaffen, mit dem beim Abstützvorgang die Stützlast der

10 Stützbeine optimal der jeweiligen Abstützkonfiguration angepasst werden kann. Ferner ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren anzugeben, mit dem die Stützlast der Stützbeine beim Abstützvorgang für unterschiedliche Abstützkonfigurationen optimal eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch einen fahrbaren Großmanipulator gemäß Anspruch 1

15 gelöst. Ferner wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Abstützen eines fahrbaren Großmanipulators gemäß Anspruch 13 gelöst.

Weitere Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Ansprüchen einzeln

20 aufgeführten Merkmale auch in beliebiger und technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und somit weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen.

Eine fahrbarer Großmanipulator gemäß der Erfindung umfasst ein Fahrgestell, einen auf dem Fahrgestell angeordneten, um eine Hochachse drehbar

25 angeordneten ausfalt- und/oder ausfahrbaren Arbeitsausleger, Stützausleger, die jeweils am Fahrgestell angeordnet und von einer Fahrstellung ganz oder teilweise in eine Abstützstellung horizontal ausfahrbar sind sowie an den äußeren Enden der Stützausleger angeordnete vertikal ausfahrbare Stützbeine, die den Großmanipulator unter Bildung einer Stützkraft abstützen. Die Erfindung

30 zeichnet sich insbesondere durch eine programmgesteuerte Abstützhilfe aus, die zur Ermittlung von Soll-Stützkraften für die einzelnen Stützbeine unter Berücksichtigung der Abstützstellung der Stützausleger eingerichtet ist, bei

denen das Fahrgestell des Großmanipulators im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die auf die einzelnen Stützbeine wirkenden, optimalen Stützkräfte stark von der Abstützstellung der Stützausleger, das heißt, wie weit die Stützausleger vom Fahrgestell ausgefahren bzw. abgeklappt sind, abhängig sind. Bei nur leicht oder nicht ausgefahrenen/abgeklappten Stützauslegern sollten die Stützkräfte der Stützbeine in der Regel wesentlich höher sein, um eine Verspannung des Fahrgestells am Ende des Aufstellvorganges zu vermeiden, wodurch auch bei ausgefahrenem Arbeitsausleger die Stützkräfte optimal auf die Stützbeine verteilt sind.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die programmgesteuerte Abstützhilfe dazu eingerichtet, für die Ermittlung der Stützkräfte den Schwerpunkt des Großmanipulators zu berücksichtigen. Durch die Berücksichtigung des Schwerpunktes des Großmanipulators kann die programmgesteuerte Abstützhilfe die optimalen Stützkräfte für die einzelnen Stützbeine besonders genau ermitteln.

Der Schwerpunkt kann fest vorgegeben sein, die Abstützhilfe ist aber vorteilhafterweise dazu eingerichtet, die Lage des Schwerpunktes zu berechnen, weil beispielweise unterschiedliche Abstützstellungen der Stützausleger oder unterschiedliche Beladungen des Großmanipulators den Schwerpunkt verschieben. Unter Berücksichtigung des tatsächlichen Schwerpunktes lassen sich die Soll-Stützkräfte noch genauer ermitteln.

Vorteilhafterweise ist die Abstützhilfe dazu eingerichtet für der Berechnung des Schwerpunktes des Großmanipulators Füllstände von Tanks (z.B. Wassertank, Dieseltank usw.) zu berücksichtigen, wodurch sich nochmals eine Verbesserung der Bestimmung des Schwerpunktes ergibt, denn die Füllstände der Tanks können erheblichen Einfluss auf die Position des Schwerpunktes des Großmanipulators haben und damit die Stützkräfte der einzelnen Stützbeine beeinflussen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst der fahrbare Großmanipulator Sensoren zur Ermittlung der Position der ausgefahrenen Stützausleger, um die Abstützkonfiguration möglichst genau für die Ermittlung der Stützkräfte zu berücksichtigen.

- 5 Die Abstützhilfe ist vorteilhafterweise dazu eingerichtet für die Ermittlung der Stützkräfte eine numerische Simulation zu verwenden, z.B. ein auf einer physikalischen Beschreibung des Großmanipulators beruhendes Modell, zu verwenden, mit dem sich die einzustellenden Stützkräfte simulieren lassen. Hierfür kann beispielsweise ein Balkenmodell des Großmanipulators zugrunde
10 gelegt werden, an Hand dessen die Stützkräfte mit einer FEM-Simulation ermittelt werden.

- Einen besonderen Vorteil bietet ein analytisches Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Stützkräfte, denn die hierfür benötigte Rechenleistung ist beispielsweise gegenüber der oben genannten numerischen Simulation
15 wesentlich geringer.

- Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die programmgesteuerte Abstützhilfe dazu eingerichtet, den vertikalen Ausfahrvorgang der Stützbeine zu steuern und die Stützkräfte für die einzelnen Stützbeine gemäß den ermittelten Stützkräften einzustellen. Für diesen Zweck
20 ist jedem Stützbein ein Stützkraftsensor zugeordnet. Mit dieser Maßnahme wird der Abstützvorgang für den Bediener wesentlich vereinfacht.

- Vorteilhafterweise verfügt der Großmanipulator über eine Sensorik zur Erfassung der Neigung des Fahrgestells und die Abstützhilfe ist dazu eingerichtet, am Ende des Abstützvorganges die Neigung des Fahrgestells
25 unter Beibehaltung der bereits eingestellten Stützkräfte einzustellen. Alternativ kann die Abstützhilfe während des Abstützvorganges, unter gleichzeitiger Einstellung der Stützkräfte, die Neigung des Fahrgestells minimieren, d.h. das Fahrgestell nivellieren. Durch diese Maßnahme erübrigt sich eine manuelle Nachjustierung der Stützen, falls das Fahrgestell nach der Einstellung der
30 Stützkräfte noch nicht waagrecht stehen sollte, was zu einer unbeabsichtigten Abweichung von den optimalen Stützkräften führen kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Stützbeine von einem Bediener zunächst bis auf den Untergrund ausgefahren, bevor die Abstützhilfe die ermittelten Stützkräfte durch das automatische Ausfahren der Stützbeine einstellt. Diese Maßnahme schafft einerseits einen definierten
5 Startpunkt für die automatische Abstützung und der Bediener kann sicherstellen, dass die Stützfüße korrekt auf einem ausreichend festen Untergrund abgesenkt sind, bevor der Großmanipulator abgestützt wird.

Die programmgesteuerte Abstützhilfe ist gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dazu eingerichtet, die ermittelten Stützkräfte auf einer
10 Anzeigeeinrichtung darzustellen. Damit kann der Bediener des Großmanipulators auch schon vor dem Ausfahren der Stützbeine erkennen, wie sich die Stützkräfte jeweils auf die einzelnen Stützen verteilen sollten und dafür sorgen, dass der Untergrund für die jeweilige Stützkraft ausreicht, um die Standsicherheit des Großmanipulators beim Arbeitsbetrieb zu gewährleisten.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Stützbeine manuell gesteuert ausgefahren und die durch die Stützkraftsensoren gemessenen Stützkräfte werden durch das manuelle vertikale Ein- bzw. Ausfahren der Stützbeine so eingestellt, dass die eingestellten Stützkräfte den durch die Abstützhilfe ermittelten Stützkräften entsprechen.

20 Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur programmgesteuerten Unterstützung des Abstützvorganges eines fahrbaren Großmanipulators. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

25 - Bestimmung einer Abstützkonfiguration, wobei die Abstützkonfiguration Abstützstellungen von Stützauslegern des fahrbaren Großmanipulators angibt,

30 - Ermittlung der Stützkräfte für die Stützbeine des fahrbaren Großmanipulators unter Berücksichtigung der Abstützkonfiguration, bei denen das Fahrgestell des Großmanipulators im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist.

Vorteilhafterweise geht der Ermittlung der Stützkräfte eine Bestimmung des Schwerpunktes des fahrbaren Großmanipulators voraus, um die Stützkräfte, unter Berücksichtigung des Schwerpunktes, besonders genau zu bestimmen zu können.

- 5 Vorteilhafterweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren zudem einen automatischen Ausfahrvorgang der Stützbeine, eine laufende Messung der Stützkräfte, einen Vergleich der laufend gemessenen Stützkräfte mit den einzustellenden Stützkräften und Nachjustierung der Stützbeine, bis die gemessenen Stützkräfte mit den ermittelten Stützkräften übereinstimmen.
- 10 Zudem ist das erfindungsgemäße Verfahren durch eine automatische Nivellierung des fahrbaren Großmanipulators gekennzeichnet, dass es insbesondere zum Abschluss des Abstützvorganges erlaubt, den Großmanipulator waagrecht auszurichten.

15 Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnungen. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den folgenden Zeichnungen rein schematisch dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

20

Figur 1a: Seitenansicht eines fahrbaren Großmanipulators gemäß der Erfindung in Fahrstellung

Figur 1b: Seitenansicht eines Großmanipulators gemäß der Erfindung in abgestützter Stellung

25 Figur 2a: Draufsicht auf einen Großmanipulator gemäß der Erfindung in einer ersten Abstützkonfiguration

Figur 2b: Draufsicht auf einen Großmanipulator gemäß der Erfindung in einer zweiten Abstützkonfiguration

- Figur 3: Draufsicht auf einen Großmanipulator gemäß der Erfindung mit hervorgehobenen elektr. Komponenten
- Figur 4a, 4b: Räumliche Darstellung eines Balkenmodells gemäß der Erfindung für zwei unterschiedliche Abstützkonfigurationen
- 5 Figur 5: Draufsicht auf ein Balkenmodell des Großmanipulators gemäß der Erfindung
- Figur 6: Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß der Erfindung.

Figur 1a zeigt eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen fahrbaren Großmanipulators 10 in seiner Fahrstellung. Der Großmanipulator 10 weist ein Fahrgestell 12 und vordere 14, 15 und hintere 16, 17 horizontal verschwenkbare bzw. teleskopierbare Stützausleger auf, an deren Enden vertikal ausfahrbare Stützbeine 18, 19, 20, 21 angeordnet sind. Die Stützbeine sind mittels, beispielsweise als Hydraulikzylinder ausgeführten, Antriebsaggregaten 41, 42, 15 43, 44 ein- und ausfahrbar. Während, wie in den Fig.2a, 2b dargestellt, die vorderen Stützausleger 14, 15 als horizontal teleskopierbare Bogenstützen ausgebildet sind, sind die hinteren Stützausleger 16,17 als horizontal verschwenkbare Klappstützen ausgebildet. Alternativ können insbesondere die vorderen Stützausleger 14, 15 auch als verschwenkbare Klappstützen oder 20 gerade teleskopierbare Stützausleger (sogenannte X-Abstützung) ausgebildet sein aber auch andere Formen von Stützauslegern sind möglich. Die Stützausleger 14, 15, 16, 17 sind von einer Fahrstellung in eine Abstützstellung ganz oder teilweise teleskopierbar, verschwenkbar oder in anderer Form ausfahrbar. Des Weiteren weist der fahrbare Großmanipulator 10 einen um eine 25 Hochachse drehbaren Arbeitsausleger 13 mit einer Mehrzahl von gelenkig miteinander verbundenen Mastsegmenten 13a, 13b, 13c auf, der über einen Drehschemel 24 und einen auf dem Fahrgestell 12 fest angeordneten Drehturm 25 mit dem Fahrgestell 12 drehbar verbunden. Der in diesem Beispiel als Autobetonpumpe ausgebildete fahrbare Großmanipulator 10 umfasst ferner 30 einen Betonaufgabetrichter 22, ein Betonförderrohr 23, sowie eine nicht dargestellte, auf dem Fahrgestell 12, unterhalb des Mastes 13, angeordnete Betonpumpe, die den in den Einfülltrichter 22 gefüllten Beton in das

Betonförderrohr 23 pumpt, wodurch der Beton dann entlang des ausgefalteten Arbeitsauslegers 13 zu einer Ausbringungsstelle gepumpt wird. Der Großmanipulator 10 umfasst ferner verschiedene Tanks, mit variierenden Füllständen, beispielsweise einen Dieseltank 26, einen Zusatztank (z.B. Add Blue-Tank) 27 und einen Wassertank 28, der Wasser, z.B. zur Reinigung der Autobetonpumpe am Ende eines Arbeitseinsatzes, enthält.

Figur 1b zeigt eine Seitenansicht des Großmanipulators 10 in abgestützter Stellung, d.h. die Stützfüße 45, 46, 47, 48 sind auf den als horizontale Linie angedeuteten Untergrund abgesenkt und die Räder des Großmanipulators 10 sind vom Untergrund abgehoben. Der Arbeitsausleger 13 befindet sich in der Fahrstellung, d.h., er ruht auf der Mastaufgabe 11 und die Mastsegmente 13a, 13b und 13c sind zusammengefaltet.

Die Figuren 2a und 2b zeigen jeweils eine Draufsicht auf den erfindungsgemäßen Großmanipulator 10 mit unterschiedlichen Abstützkonfigurationen.

In der Figur 2a ist der fahrbare Großmanipulator in einer ersten Abstützkonfiguration, der sogenannten Vollabstützung, dargestellt, das heißt, die vorderen 14, 15 und hinteren 16, 17 Stützausleger sind bis zu ihrer Endposition horizontal verschwenkt bzw. ausgefahren oder austeleskopiert. Diese Abstützkonfiguration sollte in der Regel gewählt werden, weil der Großmanipulator 10 so ausgelegt ist, dass bei dieser Abstützkonfiguration der Arbeitsausleger 13 in alle Richtungen frei bewegt werden kann, ohne die Standsicherheit des Großmanipulators 10 zu gefährden. Die Stützkräfte verteilen sich bei dieser Aufstellung relativ gleichmäßig auf die vorderen 18, 19 und die hinteren 20, 21 Stützbeine.

Der Begriff „Abstützkonfiguration“ bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die Abstützstellungen der einzelnen Stützausleger 14, 15, 16, 17.

Bei der Abstützkonfiguration des Großmanipulators 10 gemäß Figur 2b ist der linke hintere Stützausleger 16 nicht verschwenkt, das heißt, er verbleibt für diese Abstützkonfiguration in der Fahrstellung. Diese, eine sogenannte

Teilabstützung bildende, Abstützkonfiguration, wird beispielsweise gewählt, wenn im hinteren linken Bereich des Großmanipulators 10 Hindernisse auf der Baustelle vorhanden sind, wodurch das Verschwenken des Stützauslegers 16 nicht möglich ist. Bei dieser Abstützkonfiguration muss der Bediener berücksichtigen, dass der Arbeitsausleger 13 nur eingeschränkt bewegt werden darf, um die Standsicherheit nicht zu gefährden. Der eingeschränkte Arbeitsbereich des Arbeitsauslegers 13 bei einer Teilabstützung wird bei modernen Autobetonpumpen durch eine geeignete Sensorik üblicherweise überwacht.

Bei anderen Formen einer Teilabstützung werden beispielsweise nur die zwei linken 14, 16 oder die hinteren 16, 17 Stützausleger teilweise oder überhaupt nicht ausgefahren. Auch andere Formen der Teilabstützung sind möglich.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf den in Teilabstützung abgestützten Großmanipulator 10 unter besonderer Hervorhebung der elektrischen/elektronischen Komponenten der erfindungsgemäßen programmgesteuerten Abstützhilfe.

An den Stützbeinen 18, 19, 20, 21 sind jeweils Stützkraftsensoren 30, 31, 32, 33 angeordnet, die die auf die Stützfüße 45, 46, 47, 48 wirkenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} erfassen. Derartige Sensoren basieren beispielsweise auf der Verwendung von Dehnungsmesstreifen (DMS), wie in der Patentveröffentlichung EP1675760 beschrieben. Alternativ können beispielsweise die Hydrauliköldrücke in den als Hydraulikzylinder ausgebildeten Antriebsaggregaten 41, 42, 43, 44 der Stützbeine ermittelt werden. Die Messung der Stützkräfte ist in der Regel am zuverlässigsten, wenn die Kraft direkt im oder am Stützfuß 45, 46, 47, 48 ermittelt wird, aber auch die Ermittlung der Stützkräfte im oberen Bereich der Stützbeine, z.B. an einem Bolzen, an dem der Hydraulikzylinder zum Ausfahren des Stützbeines befestigt ist, wäre möglich. Ferner ist es denkbar, an den Stützauslegern 14, 15, 16, 17 eine Sensorik, z.B. in Form von Dehnungsmesstreifen o.ä. anzubringen, um über die Durchbiegung der Stützausleger 14, 15, 16, 17 die auf die Stützbeine 18, 19, 20, 21 wirkenden Stützkräfte zu ermitteln.

Am Fahrgestell 12, im Bereich der Stützausleger 14, 15, 16, 17, sind jeweils Positionssensoren 34, 35, 36, 37 zur Erfassung des Ausfahrzustandes der Stützausleger 14, 15, 16, 17 angeordnet. Bei den beiden vorderen Stützauslegern 14, 15, die in diesem Beispiel bogenförmig ausgeführt sind, können als Sensor 34, 35 beispielsweise Seilzugsensoren zur Längenmessung verwendet werden. Wenn nur diskrete Ausschubpositionen zugelassen sind (z.B. Stützausleger nicht / halb / voll ausgefahren) sind auch einfache mechanische, magnetische o.ä. Schaltsensoren ausreichend, mittels derer erfasst wird, ob die Stützausleger 14, 15 beim Ausfahren eine der zulässigen Positionen erreicht haben. Bei den hinteren, klappbar gestalteten Stützauslegern 16, 17 können beispielsweise Drehwinkelsensoren 36, 37 an den Gelenken oder Wegmesssysteme an den (nicht dargestellten) Hydraulikzylindern, die die Stützausleger 16, 17 verschwenken, eingesetzt werden. Ebenso wären funktechnische Positionsermittlungsverfahren, wie sie beispielsweise aus der Schrift DE 102008055625 A1 bekannt sind, einsetzbar. Im einfachsten Fall können für die Zustände „Stützausleger vollständig abgeklappt“ bzw. „Stützausleger nicht abgeklappt“, Schaltsensoren zur Erfassung der Position verwendet werden.

Die Positionssensoren 34, 35, 36, 37 sind über Signalleitungen mit einer programmgesteuerten Abstützhilfe μC verbunden. Anhand der Ausgangssignale der Positionssensoren 34, 35, 36, 37 an den Stützauslegern 14, 15, 16, 17 ermittelt die programmgesteuerte Abstützhilfe μC die ausgewählte Abstützstellung des Großmanipulators 10 noch bevor oder auch während die Stützfüße 45, 46, 47, 48 auf den Untergrund abgesenkt werden. Der Arbeitsausleger 13 befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch in seiner Fahrstellung. Der Ausfahrzustand der Stützausleger 14, 15, 16, 17 muss nicht zwingend über eine Sensorik erfasst werden. Es ist beispielsweise möglich, dass der Bediener des Großmanipulators 10 vor der Betätigung der Stützausleger 14, 15, 16, 17 einen gewünschten Arbeitsbereich für den Ausleger 13 auswählt und die Steuerung die für diesen Arbeitsbereich notwendige Abstützstellungen vorgibt, die der Bediener dann durch das Ausfahren der Stützausleger 14, 15, 16, 17 einstellt, ohne dass die Abstützkonfiguration, d.h. die Abstützstellung der Stützbeine, letztendlich

sensorisch erfasst wird. Die Abstützhilfe μC kann die einzustellenden Stützkräfte dann auch anhand der vorgegebenen Abstützkonfiguration ermitteln.

Die programmgesteuerte Abstützhilfe μC ist ferner, beispielsweise direkt über Signalleitungen, mit einem Füllstandssensor 40 für den Dieseltank 26, einem
5 Füllstandssensor 39 für den Add-Blue Tank 27 und einem Füllstandssensor 38 für den Wassertank 28 verbunden. Die Daten über die Füllstände, insbesondere des Dieseltanks 26 und des Add-Blue-Tanks 27, können beispielsweise auch über eine geeignete Datenbusverbindung von der Steuerelektronik des
10 Fahrtriebes des Großmanipulators 10 abgerufen werden. Die Füllstände der Tanks 26, 27, 28 können alternativ auch vom Bediener des Großmanipulators 10 über eine geeignete, mit der programmgesteuerten Abstützhilfe μC verbundenen, Eingabeeinrichtung eingegeben werden. Aus den Füllständen der Tanks 26, 27, 28 leitet die programmgesteuerte Abstützhilfe μC das jeweilige Gewicht der Tanks 26, 27, 28 ab.

15 Ferner kann der Bediener beispielsweise Informationen (insbesondere Position und Gewicht) über eine Beladung des Großmanipulators 10, beispielsweise auf dem Fahrgestell 12 gelagerte Betonförderrohre, über die Bedieneinheit eingeben. Ferner ist die Abstützhilfe μC mit einem auf dem Fahrgestell 12 angeordneten Neigungssensor 49 verbunden, der die Neigung des
20 Großmanipulators erfasst.

Auf der Basis der Abstützkonfiguration des Großmanipulators 10 mit dem Arbeitsausleger in Fahrstellung 13 und gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Gewichte und der Position der Tanks 26, 27, 28 und weiterer Zuladung ermittelt die programmgesteuerte Abstützhilfe μC den Schwerpunkt S des
25 Großmanipulators 10 und die einzustellenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} getrennt für jedes Stützbein 18, 19, 20, 21 bei der das Fahrgestell 12 möglichst verspannungsfrei abgestützt ist. Während, und insbesondere zum Abschluss des Abstützvorganges, d.h. beim vertikalen Ausfahren der Stützbeine 18, 19, 20, 21, ist darauf zu achten, dass die einzustellenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} ,
30 F_{e4} zum Abschluss des Abstützvorganges mit den gemessenen Stützkräften F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} möglichst genau übereinstimmen. Dies kann beispielsweise manuell erfolgen, indem die einzustellenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} auf einer

Anzeigeeinrichtung dargestellt werden und der Bediener stellt die, mit den Stützkraftsensoren 30, 31, 32, 33 gemessenen Stützkkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} der auf den Boden abgesenkten Stützbeine 18, 19, 20, 21, die ebenfalls auf der Anzeigeeinrichtung dargestellt werden, durch gezieltes Ein-/Ausfahren der einzelnen Stützbeine 18, 19, 20, 21 so ein, dass die erforderlichen Stützkkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} an den Stützfüßen 45, 46, 47, 48 eingestellt sind. Alternativ steuert die programmgesteuerte Abstützhilfe μC die Antriebsaggregate 41, 42, 43, 44 der Stützbeine 18, 19, 20, 21 an, erfasst laufend die von den Stützkraftsensoren 30, 31, 32, 33 gemessenen Stützkkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} , und vergleicht diese mit den einzustellenden Stützkkräften F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} bis die gemessenen Stützkraftwerte mit den ermittelten Stützkraftwerten übereinstimmen.

Falls der Schwerpunkt S des Großmanipulators nicht als konstant anzunehmen ist, muss die programmgesteuerte Abstützhilfe μC zunächst den Schwerpunkt S des Großmanipulators bestimmen. Auf der Basis dieses Schwerpunktes S werden unter Berücksichtigung der Ausfahrstellung der Stützausleger 14, 15, 16, 17 die einzustellenden Stützkkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} für die einzelnen Stützbeine 18, 19, 20, 21 ermittelt, die beim Abstützen mit noch eingefaltetem Arbeitsausleger 13 notwendig sind, damit das Fahrgestell 12 am Ende des Aufstellvorganges nicht verspannt ist.

Der Schwerpunkt S des Großmanipulators 10 ist beispielsweise nur dann als konstant anzunehmen, wenn der Ausfahrzustand der Stützausleger 14, 15, 16, 17 mit den Stützbeinen 18, 20, 21, 22 auf die Lage des Schwerpunkts S des Großmanipulators 10 einen vernachlässigbar kleinen Einfluss hat. Ist dies nicht der Fall, muss der Ausfahrzustand der Stützausleger 14, 15, 16, 17 und die davon abhängigen Lagen der Schwerpunkte der Stützausleger 14, 15, 16, 17 samt Stützbeinen 18, 20, 21, 22 in der Berechnung des Schwerpunktes S des Großmanipulators 10 durch die programmgesteuerte Abstützhilfe μC berücksichtigt werden.

Das Gesamtgewicht des Großmanipulators 10 ist bei der Ermittlung der einzustellenden Stützkkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} nicht unbedingt erforderlich, denn die Stützkkräfte können auch als relative Werte bestimmt werden. Das

tatsächliche Gesamtgewicht und die für jedes Stützbein 18, 19, 20, 21 einzustellenden absoluten Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} können auch erst beim Anheben des Großmanipulators ermittelt werden. Hierfür wird durch Addition der gemessenen Stützkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} zunächst das Gesamtgewicht des Großmanipulators 10 bestimmt und basierend auf dem ermittelten Gesamtgewicht und den ermittelten relativen Stützkräften werden dann die absoluten Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} abgeleitet und beim Abstützvorgang letztendlich eingestellt.

Durch das unverspannte Aufstellen des Fahrgestells 12 werden die Stützkräfte auch bei ausgefaltetem Arbeitsausleger 13 optimal auf die Stützbeine 18, 19, 20, 21 verteilt, so dass überhöhte Belastungen der einzelnen Stützbeine 18, 19, 20, 21 auch im Arbeitsbetrieb mit ausgefahrenen Arbeitsausleger 13 nicht auftreten.

Die Stützkräfte für die einzelnen Stützbeine können beispielsweise mit Hilfe von Methoden der numerischen Simulation wie der Finite-Elemente-Methode (FEM) und der Mehrkörpersimulation (MKS) oder mit Hilfe geeigneter analytischer Berechnungsverfahren ermittelt werden.

In den Figuren 4a und 4b ist jeweils ein FE-Simulationsmodell mit unterschiedlichen Abstützkonfigurationen des Großmanipulators 10 zur Ermittlung der Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} für die einzelnen Stützbeine exemplarisch dargestellt. Das in den Figuren 4a und 4b dargestellte FE-Modell besteht im Wesentlichen aus masselosen Balkenelementen endlicher Steifigkeit zur Abbildung der tragenden Struktur des Großmanipulators und aus zwei Massenelementen zur Berücksichtigung des Eigengewichtes des Großmanipulators (im Weiteren FE-Balkenmodell genannt). Das Gesamt-Eigengewicht des Großmanipulators ist dabei in zwei Teile aufgeteilt: ein Massenelement mit Position S_M berücksichtigt das Eigengewicht des Auslegers, ein zweites Massenelement mit Position S_U bildet das Eigengewicht des Unterbaus ab.

Alternativ zu den Balkenelementen kann die Steifigkeit der tragenden Struktur des Großmanipulators in einem FE-Modell auch mit Federelementen abgebildet

werden. Das Gesamt-Eigengewicht des Großmanipulators kann mit einem einzigen oder auch mit mehr als zwei Massenelementen berücksichtigt werden.

Die Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf das FE-Balkenmodell aus den Figuren 4a, 4b. Das Balkenmodell dient hier aber lediglich zur Darstellung der Ausfahrpositionen der Stützausleger 14, 15, 16, 17 und zur Erläuterung eines geeigneten analytischen Berechnungsverfahrens zur Ermittlung der F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} .

Das analytische Berechnungsverfahren beruht auf den statischen Gleichungen für das Momente- und Kräftegleichgewicht des Großmanipulators 10. Dieses lässt sich allgemein als lineares Gleichungssystem der Form

$$\underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_g \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}} = \underbrace{\begin{bmatrix} L_{1x} & L_{2x} & L_{3x} & L_{4x} \\ L_{1y} & L_{2y} & L_{3y} & L_{4y} \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}}_{\mathbf{A}} \underbrace{\begin{bmatrix} F_{e1} \\ F_{e2} \\ F_{e3} \\ F_{e4} \end{bmatrix}}_{\mathbf{F}_e} \quad (1)$$

darstellen. Dabei bezeichnen die Ausdrücke L_{ix} für $i=1,\dots,4$ die Abstände der Stützfüße zum Gesamtschwerpunkt S des Großmanipulators 10 in Längsachse des Großmanipulators 10 und die Ausdrücke L_{iy} für $i=1,\dots,4$ die Abstände der Stützfüße zum Gesamtschwerpunkt S des Großmanipulators 10 in der zur Längsachse des Großmanipulators 10 orthogonalen Richtung. Die Gewichtskraft des gesamten Großmanipulators wird mit F_g bezeichnet. Das Gleichungssystem (11) ist des Weiteren als lineare Matrixgleichung mit den Vektoren \mathbf{T} bzw. \mathbf{F}_e und der Matrix \mathbf{A} darstellbar.

Das Gleichungssystem (11) stellt mit drei Gleichungen für vier Unbekannte (die Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) ein unterbestimmtes Gleichungssystem dar und hat im Allgemeinen unendlich viele Lösungen. Zur Bestimmung jener Lösung, welche den unverspannten Zustand des Großmanipulators darstellt, wird nun die Erkenntnis genutzt, dass im unverspannten Zustand die Summe der Quadrate der Stützkräfte minimal ist. Die Aufgabenstellung wird damit als Minimierungsproblem der Form

$$\min_{F_{e1}, F_{e2}, F_{e3}, F_{e4}} = F_{e1}^2 + F_{e2}^2 + F_{e3}^2 + F_{e4}^2 \quad (2)$$

beschrieben, wobei das Gleichungssystem (11) als Nebenbedingung erfüllt sein muss. Die analytische Lösung dieses Minimierungsproblems ist durch

$$\mathbf{F}_e = \mathbf{A}^\dagger \mathbf{T} \quad (3)$$

mit der Pseudoinversen der Matrix \mathbf{A} ,

$$\mathbf{A}^\dagger = \mathbf{A}^T (\mathbf{A}\mathbf{A}^T)^{-1}, \quad (4)$$

gegeben.

- 5 Mit dem o.g. Berechnungsverfahren werden im Folgenden beispielhaft für eine Abstützung des Großmanipulators 10 entsprechend der Figur 5 (d.h. die Stützausleger 14 (vorne links); 15 (vorne rechts); und 16 (hinten links) sind voll ausgefahren und der Stützausleger 17 (hinten rechts) ist nicht ausgefahren) folgende einzustellenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} ermittelt:

10

	F_{ei} Absolut	F_{ei} Relativ
Vorne Links	35	10%
Vorne Rechts	90	26%
Hinten Rechts	130	38%
Hinten Links	91	26%

Deutlich erkennbar ist, dass am nicht abgeklappten Stützausleger 17 (hinten rechts) eine sehr viele höhere Stützkraft einzustellen ist als an den anderen Stützauslegern 14, 15 und 16. Der diagonal gegenüberliegende Stützausleger 14 (vorne links) muss dagegen wesentlich geringer belastet werden, um den

15 Großmanipulator 10 unverspannt aufzustellen.

Die Sollstützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} müssen nicht notwendigerweise vor jedem Aufstellen der Maschine neu berechnet werden. Es ist auch möglich, nur definierte Abstützstellungen der Stützausleger zuzulassen, indem zum Beispiel die einzelnen Stützausleger 14, 15, 16, 17 horizontal nur zu 100%, 50% und 0% ausgefahren werden dürfen. Daraus ergibt sich eine überschaubare Anzahl möglicher Abstützstellungen der Stützausleger 14, 15, 16, 17, für die jeweils vorab ermittelte Soll-Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} z.B. in Tabellenform in einem Speicher abgespeichert sind. Die programmgesteuerte Abstützhilfe μC liest dann praktisch nur die für die vorgegebene und eingestellte Abstützstellung notwendigen Soll-Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} aus der Tabelle aus, bei denen das Fahrgestell 12 des Großmanipulators 10 im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist. Hierbei kann der Schwerpunkt der Maschine als konstant bzw. unveränderlich vorausgesetzt werden oder die programmgesteuerte Abstützhilfe μC ermittelt den jeweils aktuellen Schwerpunkt und korrigiert die Werte aus der Tabelle, die z.B. für einen mittleren Schwerpunkt gelten, entsprechend dem ermittelten Schwerpunkt. Figur 6 zeigt ein Ablaufdiagramm gemäß der Erfindung, mit den Verfahrensschritten, die die Abstützhilfe μC abarbeitet, bis der Großmanipulator 10 im Sinne der Erfindung verspannungsfrei aufgestellt und ausnivelliert ist.

Im Schritt S10 startet der Prozess. Im Schritt S12 wird, beispielweise durch Abfrage der Positionssensoren 34, 35, 36, 37 der Stützausleger 14, 15, 16, 17 die Abstützkonfiguration des Großmanipulators 10 bestimmt. Unter Einbeziehung der Füllstände (Gewichte) der Tanks 26, 27, 28 und der Zuladung ermittelt die Abstützhilfe μC im Schritt S14 den Schwerpunkt S des Großmanipulators 10. Im Schritt S16 ermittelt die Abstützhilfe μC beispielsweise mit Hilfe eines iterativen Näherungsverfahrens, eines analytischen Berechnungsverfahrens oder durch Auslesen aus einer Tabelle, wie weiter oben dargelegt, die einzustellenden Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} für die einzelnen Stützbeine 18, 19, 20, 21, die zu einer unverspannten Aufstellung des Großmanipulators 10 führen. Bei der Berechnung wird zugrunde gelegt, dass der Arbeitsausleger 13 zusammengefaltet in der Mastauflage 11 liegt, d.h. in Fahrstellung ist. Im Schritt S18 steuert die Abstützhilfe μC den Ausfahrvorgang der Stützbeine 18, 19, 20, 21 mithilfe der Antriebsaggregate 41, 42, 43, 44 und fragt im Schritt S20 ständig von den Stützkraftsensoren 30, 31, 32, 33 die aktuell

gemessenen Stützkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} ab. Im Schritt S22 steuert die Abstützhilfe μC durch gezieltes aus- bzw. einfahren der Stützbeine 18, 19, 20, 21 die Antriebsaggregate der Stützbeine solange an, bis die tatsächlich gemessenen Stützkraftwerte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} den einzustellenden Stützkraftwerten F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} entsprechen, das heißt $F_{g1} = F_{e1}$; $F_{g2} = F_{e2}$; $F_{g3} = F_{e3}$, $F_{g4} = F_{e4}$.

Sobald die Stützkräfte im Schritt S22 optimal eingestellt sind, erfolgt im Schritt S24 noch eine Nivellierung des Großmanipulators 10, d.h. die Stützbeine werden beispielsweise paarweise (d.h. immer zwei linke/rechte oder vordere/hintere Stützen) verfahren, bis der Großmanipulator 10 waagrecht ausgerichtet ist.

Das Ablaufdiagramm beinhaltet alle erforderlichen Verfahrensschritte, um den Großmanipulator 10 vollautomatisch aufzustellen. Wie weiter oben bereits dargelegt, sind einige dieser Verfahrensschritte optional oder können vom Bediener des Großmanipulators 10 auch manuell ausgeführt werden.

Die Nivellierung des Großmanipulators kann auch integraler Bestandteil der Stützkrafteinstellung sein, d.h. die Nivellierung ist nicht zeitlich an die Stützkrafteinstellung angeschlossen, sondern im Zuge der Stützkrafteinstellung wird der Großmanipulator 10 auch automatisch nivelliert.

Alternativ wäre auch die Einstellung der Stützkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} über Wegmessensoren an den Stützbeinen 18, 19, 20, 21 möglich. Dies setzt voraus, dass beispielsweise die Steifigkeiten der Stützausleger 14, 15, 16, 17 bekannt sind und ein zunächst definierter Zustand vor dem Ausrichten des Großmanipulators 10 hergestellt wurde. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich über geeignete Wegmessensoren, die die Ausfahrlänge der Stützbeine 18, 19, 20, 21 ermitteln, die auf die Stützbeine 18, 19, 20, 21 wirkenden Stützkräfte F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4} ableiten und wie weiter oben dargestellt entsprechend der ermittelten Stützkräfte F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4} einstellen.

Sobald der Aufstellvorgang abgeschlossen ist, kann der Großmanipulator 10 in Betrieb genommen werden, d.h. beispielsweise bei einer Autobetonpumpe kann

der Mast 13 aus der Mastauflage 11 gehoben und ausgefaltet werden, um den Betonierbetrieb auszuführen.

Die Ermittlung der Stützkräfte wurde hier am Beispiel einer Autobetonpumpe erläutert. Die Erfindung ist aber auf andere Formen von Großmanipulatoren, z.B. in Form von Autokranen, Hubarbeitsbühnen, Feuerwehr-Drehleitern u.ä. 5 anwendbar. Die Erfindung kann zudem auch bei Großmanipulatoren Anwendung finden, die mit mehr als vier Stützbeinen auf dem Untergrund für den Arbeitsbetrieb abgestützt werden.

Bezugszeichenliste

- 10 fahrbarer Großmanipulator
- 11 Mastauflage
- 5 12 Fahrgestell
- 13 Arbeitsausleger
- 13a-c Segmente Arbeitsausleger
- 14-17 Stützausleger
- 18-21 Stützbeine
- 10 22 Einfülltrichter
- 23 Betonförderrohr
- 24 Drehschemel
- 25 Drehturm
- 26 Dieseltank

27 Add-Blue-Tank

28 Wassertank

29 Fahrerkabine

30-33 Stützkraftsensoren

5 34-37 Positionssensoren Stützausleger

38-40 Tank-Füllstandsensoren

41-44 Antriebsaggregate

45-48 Stützfüße

49 Neigungssensor

Patentansprüche

1. Fahrbarer Großmanipulator (10), insbesondere eine Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell (12), einem auf dem Fahrgestell (12) um eine Hochachse drehbar angeordneten, ausfalt- und / oder ausfahrbaren
5 Arbeitsausleger (13), Stützauslegern (14, 15, 16, 17), die jeweils am Fahrgestell (12) angeordnet und von einer Fahrstellung ganz oder teilweise in eine Abstützstellung horizontal ausfahrbar sind, an den äußeren Enden der Stützausleger (14, 15, 16, 17) angeordnete vertikal ausfahrbare Stützbeine (18, 19, 20, 21), die den fahrbaren Großmanipulator (10), unter Bildung einer
10 jeweiligen Stützkraft der Stützbeine (18, 19, 20, 21) abstützen,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h,
eine programmgesteuerte Abstützhilfe (μC) die zur Ermittlung von Soll-Stützkraften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) für die einzelnen Stützbeine (18, 19, 20, 21) unter Berücksichtigung der Abstützstellung der Stützausleger (14, 15, 16, 17)
15 eingerichtet ist, bei denen das Fahrgestell (12) des Großmanipulators (10) im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist.

2. Fahrbarer Großmanipulator (10) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) weiter dazu eingerichtet, für die Ermittlung der Stützkraften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) den Schwerpunkt (S) des
20 Großmanipulators (10) zu berücksichtigen.

3. Fahrbarer Großmanipulator (10) gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, die Lage des Schwerpunktes (S) des Großmanipulators (10) zu berechnen.

4. Fahrbarer Großmanipulator (10) gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, bei der
25

Berechnung der Position des Schwerpunktes (S) die Füllstände von Tanks (26, 27, 28) des Großmanipulators (10) zu berücksichtigen.

5 5. Fahrbarer Großmanipulator (10), nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Großmanipulator (10) Sensoren (34, 35, 36, 37) zur Ermittlung der Abstützstellung der Stützausleger (14, 15, 16, 17) umfasst.

10 6. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, für die Ermittlung der Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) eine numerische Simulation einzusetzen.

7. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist für die Ermittlung der Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) ein analytisches Berechnungsverfahren einzusetzen.

15 8. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Stützbein (18, 19, 20, 21) ein Stützkraftsensor (30, 31, 32, 33) zur Messung der jeweiligen Stützkraft (F_{G1} , F_{G2} , F_{G3} , F_{G4}) zugeordnet ist und die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, den Ausfahrvorgang der Stützbeine (18, 19, 20, 21) so zu steuern, dass die
20 gemessenen Stützkräfte (F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4}) für die einzelnen Stützbeine (18, 19, 20, 21) gemäß den ermittelten Stützkräften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) eingestellt werden.

25 9. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Großmanipulator (10) eine Sensorik zur Erfassung der Neigung des Fahrgestells (12) umfasst und dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, die Neigung des Fahrgestells (12) unter Beibehaltung der bereits eingestellten Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) oder unter gleichzeitiger Einstellung der Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}), minimal einzustellen.

10. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützbeine (14, 15, 16, 17) von einem Bediener bis zum Untergrund ausgefahren werden, bevor die programmgesteuerte Abstützhilfe (μC) die ermittelten Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) einstellt.

5 11. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützhilfe (μC) dazu eingerichtet ist, die ermittelten Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) auf einer Anzeigeeinrichtung darzustellen.

10 12. Fahrbarer Großmanipulator (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass durch manuelles Ausfahren der Stützbeine (18, 19, 20, 21) die durch die Sensoren (30, 31, 32, 33) gemessenen Stützkräfte (F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4}) so eingestellt werden, dass diese den durch die Abstützhilfe (μC) ermittelten Stützkräften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) entsprechen.

15 13. Verfahren zur programmgesteuerten Unterstützung des Abstützvorganges eines fahrbaren Großmanipulators (10), insbesondere Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell (12), einem auf dem Fahrgestell (12) um eine Hochachse drehbar angeordneten, ausfalt- und / oder ausfahrbaren Arbeitsausleger (13), Stützauslegern (14, 15, 16, 17), die jeweils am Fahrgestell (12) angeordnet und von einer Fahrstellung ganz oder teilweise in eine
20 Abstützstellung horizontal ausfahrbar sind, an den äußeren Enden der Stützausleger (14, 15, 16, 17) angeordnete, vertikal ausfahrbare Stützbeine (18, 19, 19, 20), die den fahrbaren Großmanipulator (10), unter Bildung einer jeweiligen Stützkraft der Stützbeine (18, 19, 20, 21), abstützen, mit den Verfahrensschritten:

- 25
- Bestimmung einer Abstützkonfiguration (S12), wobei die Abstützkonfiguration Abstützstellungen von Stützauslegern (14, 15, 16, 17) des Großmanipulators (10) angibt,
 - Ermittlung der Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) für die Stützbeine (18, 19, 20, 21) des Großmanipulators (10) unter Berücksichtigung der
30 Abstützkonfiguration (S16) bei denen das Fahrgestell (12) des

Großmanipulators (10) im abgestützten Zustand unverspannt aufgestellt ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13 umfassend eine Bestimmung (S14) des Schwerpunktes (S) des fahrbaren Großmanipulators (10), der für die
5 Ermittlung der Stützkräfte (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) berücksichtigt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14 weiter umfassend

- einen automatischen Ausfahrvorgang der Stützbeine (S18),
- eine laufende Messung der Stützkräfte (F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4}) (S 20), während des Ausfahrvorganges der Stützbeine (18, 19, 20, 21)

10 - einen Vergleich der laufend gemessenen Stützkräfte (F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4}) mit den einzustellenden Stützkräften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) (S22) und Nachjustierung der Stützbeine, bis die gemessenen Stützkräfte (F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} , F_{g4}) mit den ermittelten Stützkräften (F_{e1} , F_{e2} , F_{e3} , F_{e4}) übereinstimmen.

15 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, weiter gekennzeichnet durch eine automatische Nivellierung (S24) des fahrbaren Großmanipulators (10).

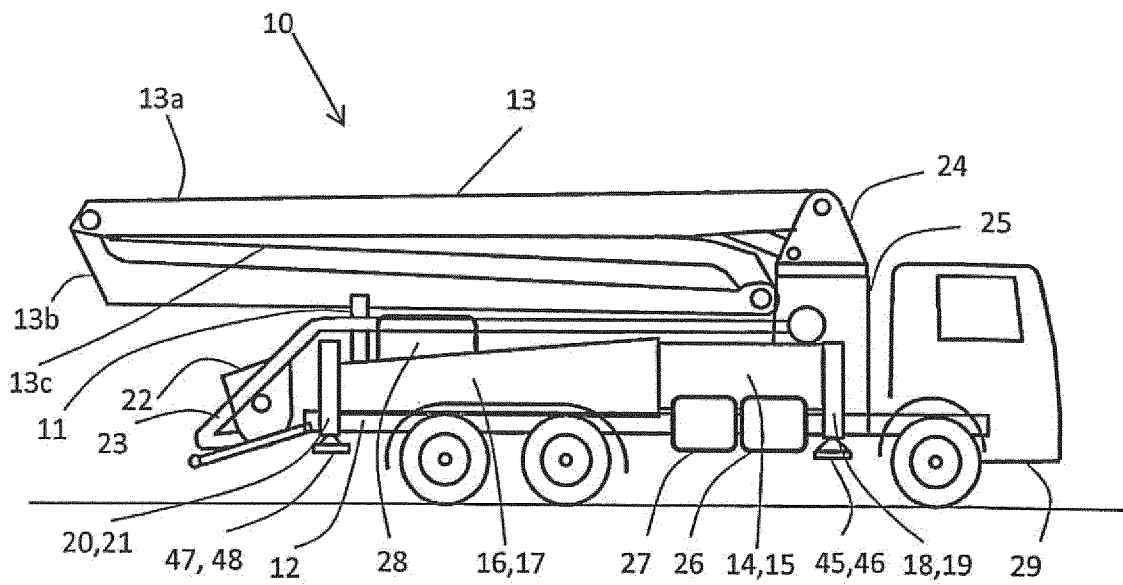


Fig. 1a

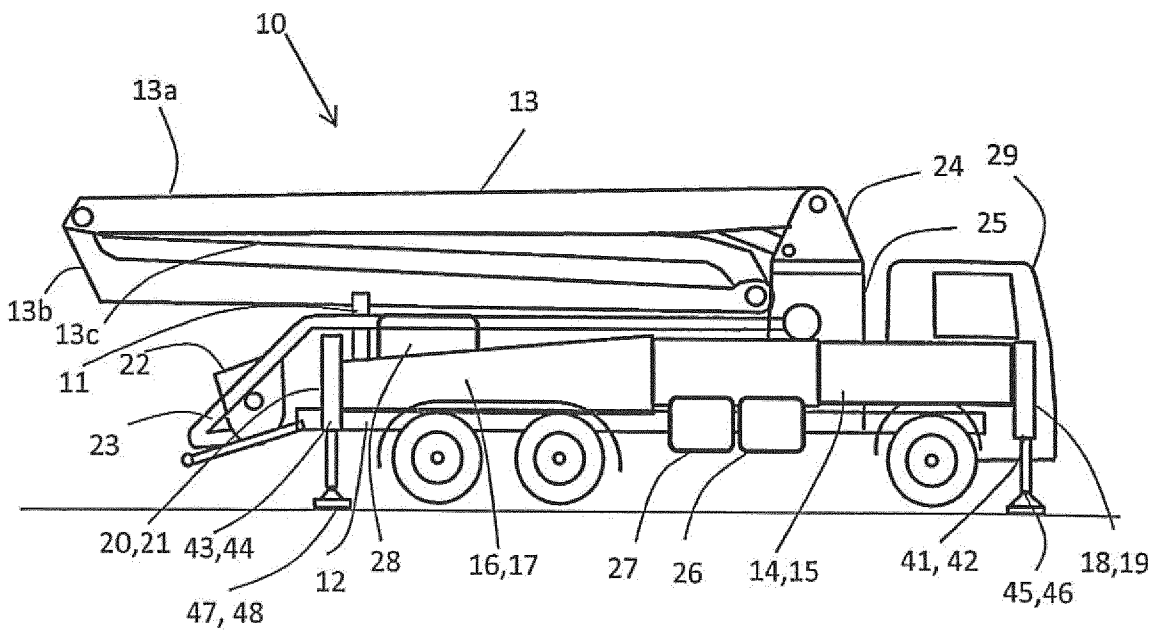


Fig. 1b

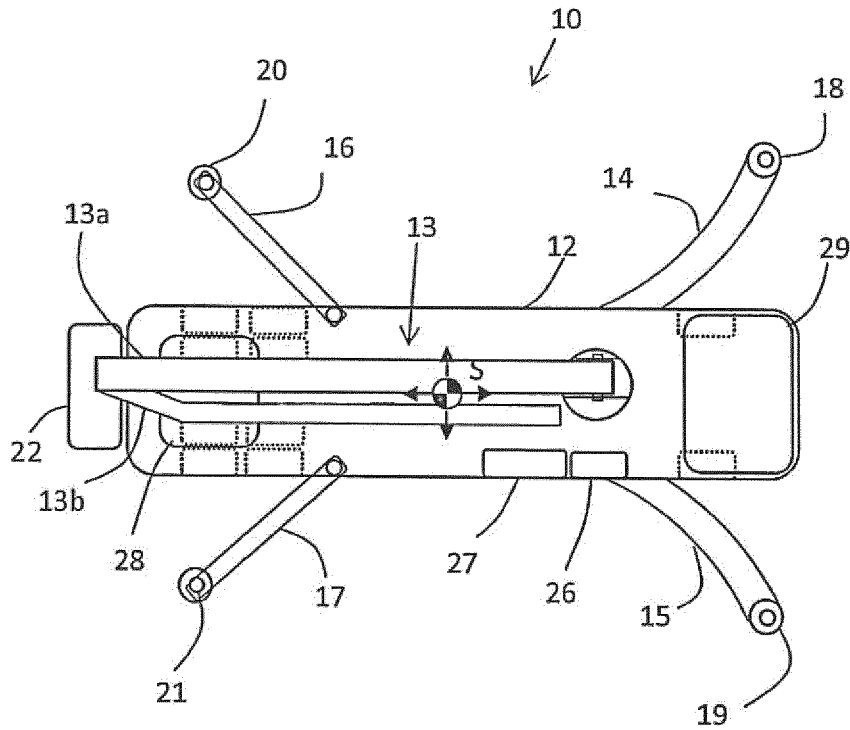


Fig. 2a

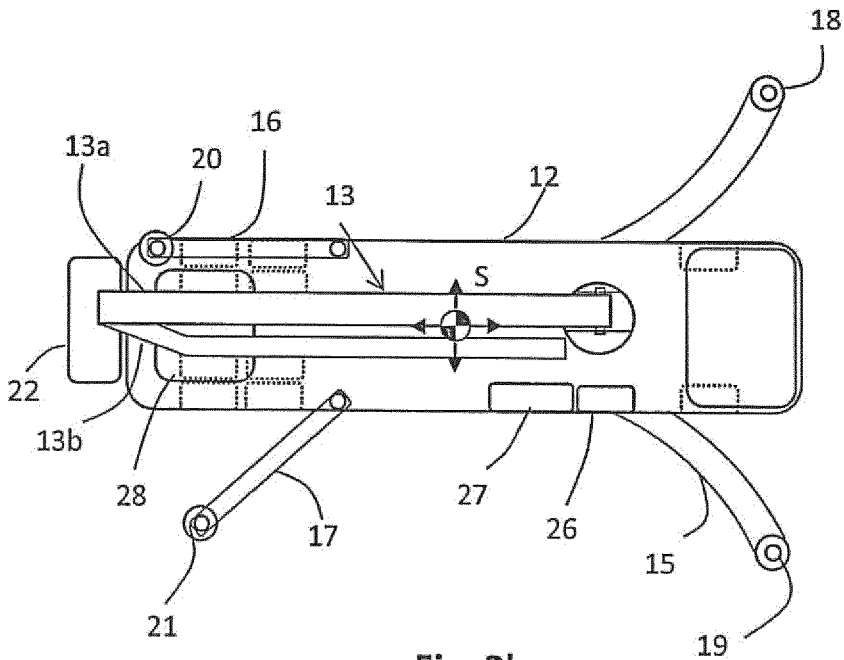


Fig. 2b

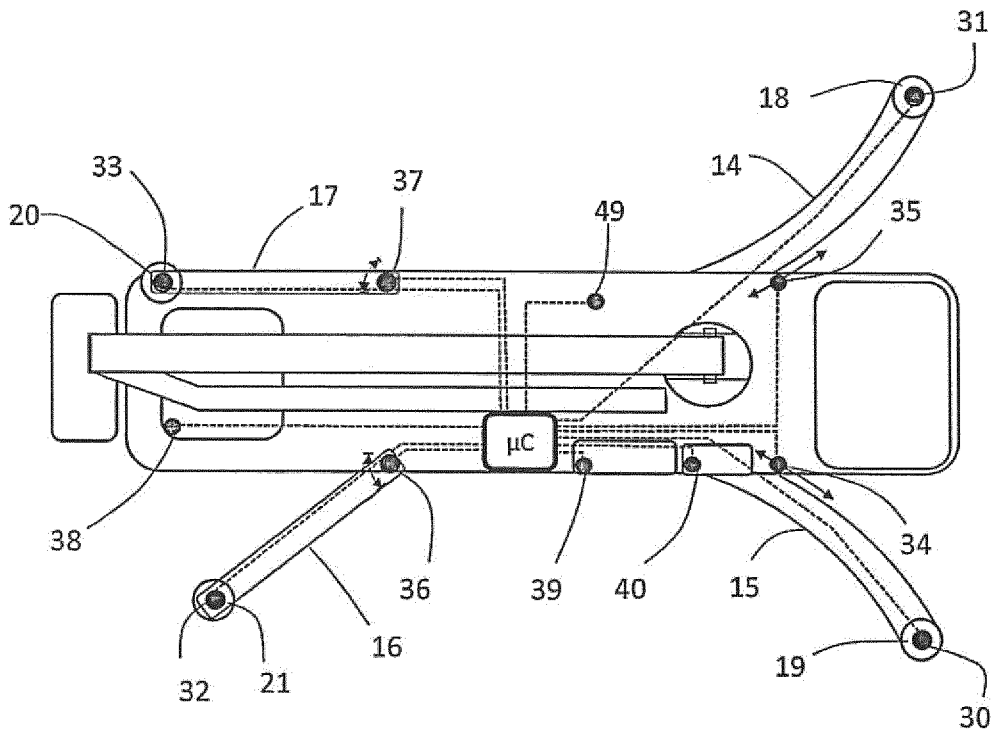
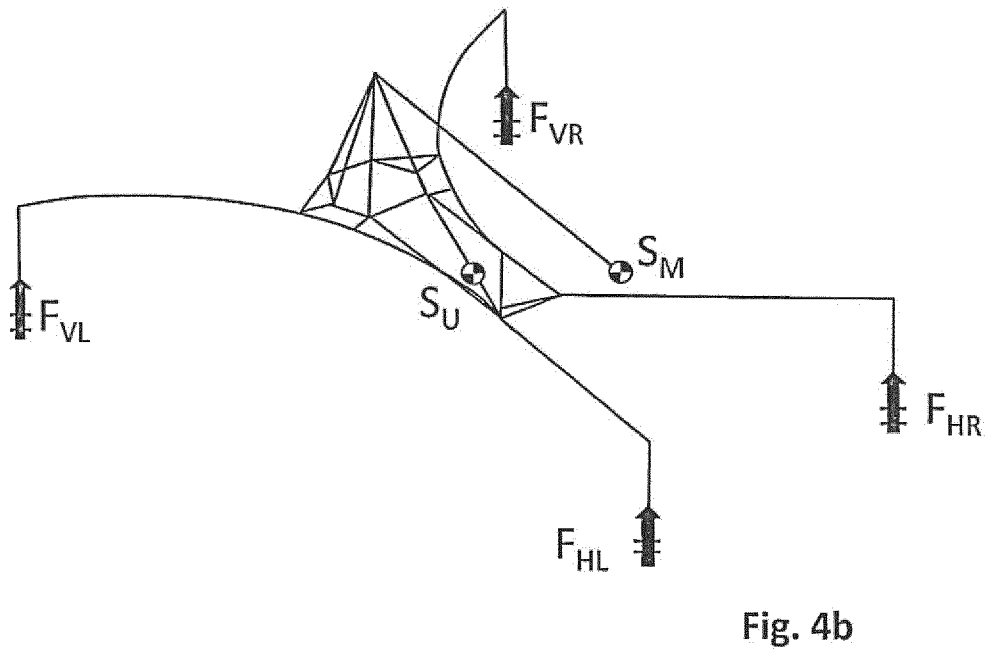
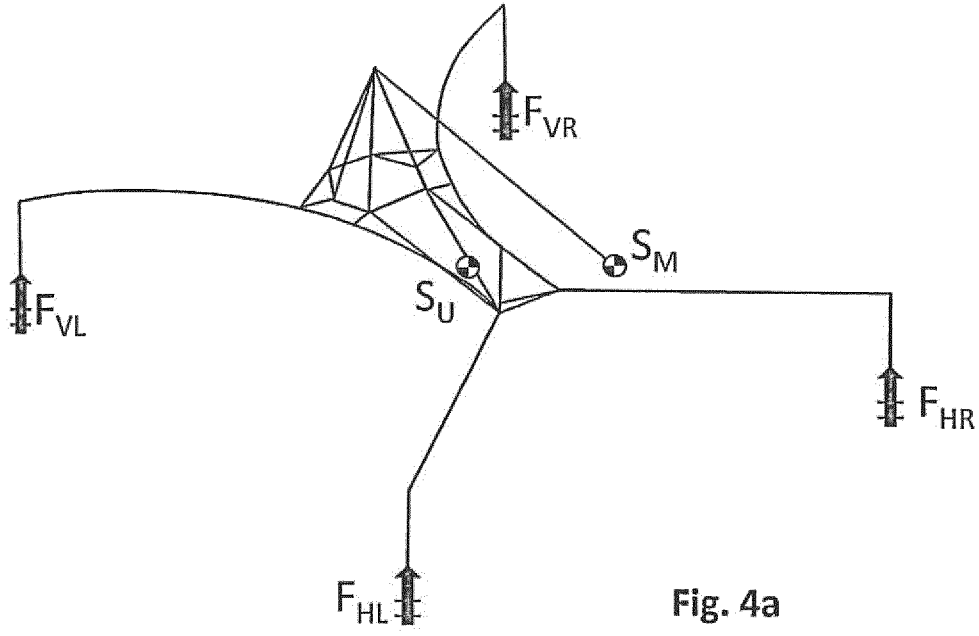


Fig.3



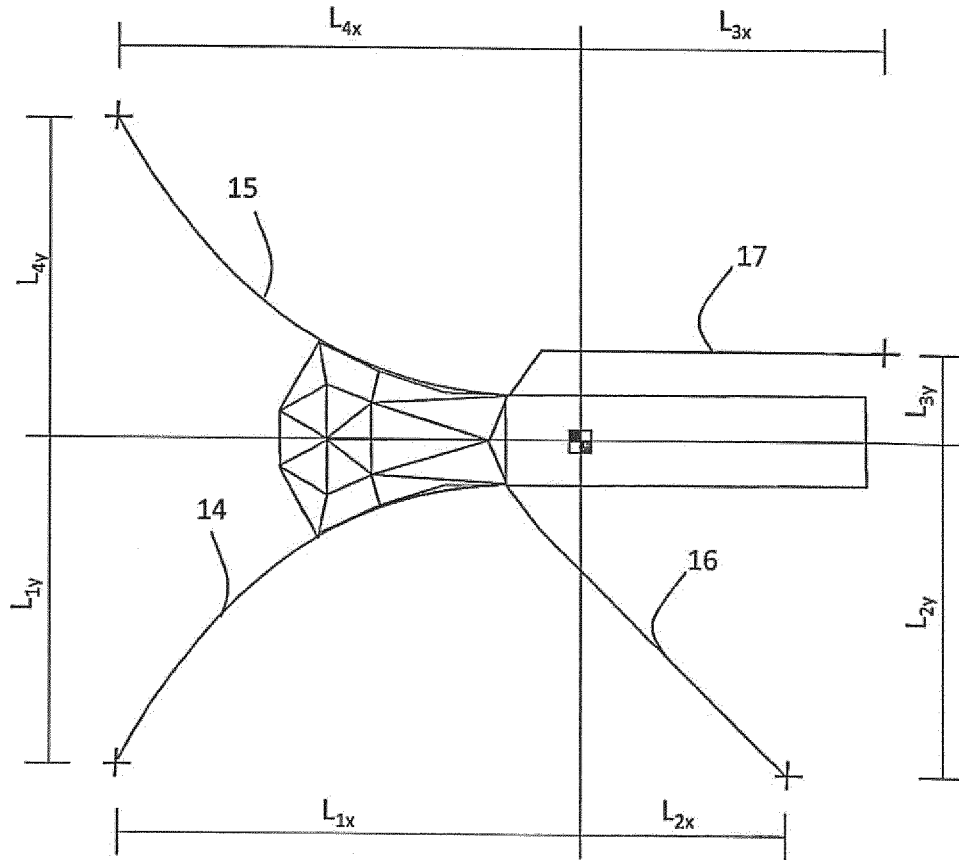


Fig. 5

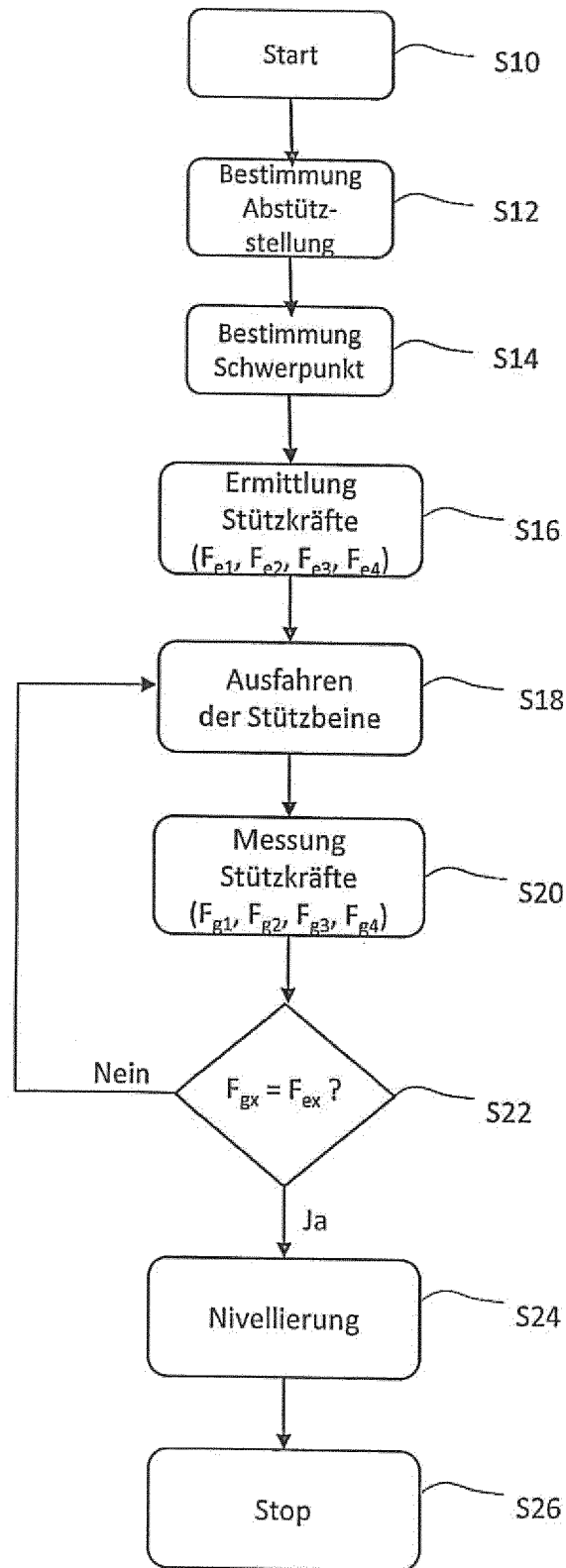


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/084067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E04G21/04 B66C23/78
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E04G B66C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	EP 2 727 876 A1 (MANITOWOC CRANE COMPANIES LLC [US]) 7 May 2014 (2014-05-07) pages 1-6; figures 4-6	1,5-8, 11-13,16 2,14 15
X A	----- EP 1 849 931 A2 (ITALIANA FORME ACCIAIO [IT]) 31 October 2007 (2007-10-31) the whole document	5-13,16 15
X Y	----- EP 2 813 643 A1 (HUNAN SANY INTELLIGENT CONTROL [CN]; SANY HEAVY IND CO LTD [CN]) 17 December 2014 (2014-12-17) pages 2-7; figures 9,10	1-5 2,14
X	----- DE 10 2014 009165 A1 (SCHWING GMBH F [DE]) 31 December 2015 (2015-12-31) pages 2-7; figures 1-6 ----- -/--	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 21 March 2018	Date of mailing of the international search report 29/03/2018
--------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Garmendia Irizar, A
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/084067

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/159514 A1 (HUNAN SANY INTELLIGENT CONTROL [CN]; SANY HEAVY IND CO LTD [CN]; ZHOU) 29 November 2012 (2012-11-29) the whole document -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/084067

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2727876	A1	07-05-2014	BR 102013028003 A2	02-05-2017
			CN 103787215 A	14-05-2014
			EP 2727876 A1	07-05-2014
			JP 2014091632 A	19-05-2014
			RU 2013148387 A	10-05-2015
			US 2014116975 A1	01-05-2014

EP 1849931	A2	31-10-2007	NONE	

EP 2813643	A1	17-12-2014	CN 102588505 A	18-07-2012
			EP 2813643 A1	17-12-2014
			US 2015112555 A1	23-04-2015
			WO 2013117046 A1	15-08-2013

DE 102014009165	A1	31-12-2015	DE 102014009165 A1	31-12-2015
			EP 3160891 A1	03-05-2017
			US 2017167149 A1	15-06-2017
			WO 2015197708 A1	30-12-2015

WO 2012159514	A1	29-11-2012	CN 102248933 A	23-11-2011
			WO 2012159514 A1	29-11-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. E04G21/04 B66C23/78
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 E04G B66C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	EP 2 727 876 A1 (MANITOWOC CRANE COMPANIES LLC [US]) 7. Mai 2014 (2014-05-07) Seiten 1-6; Abbildungen 4-6 -----	1,5-8, 11-13,16 2,14 15
X A	EP 1 849 931 A2 (ITALIANA FORME ACCIAIO [IT]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) das ganze Dokument -----	5-13,16 15
X Y	EP 2 813 643 A1 (HUNAN SANY INTELLIGENT CONTROL [CN]; SANY HEAVY IND CO LTD [CN]) 17. Dezember 2014 (2014-12-17) Seiten 2-7; Abbildungen 9,10 -----	1-5 2,14
X	DE 10 2014 009165 A1 (SCHWING GMBH F [DE]) 31. Dezember 2015 (2015-12-31) Seiten 2-7; Abbildungen 1-6 -----	1-4
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. März 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/03/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Garmendia Irizar, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2012/159514 A1 (HUNAN SANY INTELLIGENT CONTROL [CN]; SANY HEAVY IND CO LTD [CN]; ZHOU) 29. November 2012 (2012-11-29) das ganze Dokument -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/084067

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2727876	A1	07-05-2014	BR 102013028003 A2 02-05-2017 CN 103787215 A 14-05-2014 EP 2727876 A1 07-05-2014 JP 2014091632 A 19-05-2014 RU 2013148387 A 10-05-2015 US 2014116975 A1 01-05-2014
EP 1849931	A2	31-10-2007	KEINE
EP 2813643	A1	17-12-2014	CN 102588505 A 18-07-2012 EP 2813643 A1 17-12-2014 US 2015112555 A1 23-04-2015 WO 2013117046 A1 15-08-2013
DE 102014009165	A1	31-12-2015	DE 102014009165 A1 31-12-2015 EP 3160891 A1 03-05-2017 US 2017167149 A1 15-06-2017 WO 2015197708 A1 30-12-2015
WO 2012159514	A1	29-11-2012	CN 102248933 A 23-11-2011 WO 2012159514 A1 29-11-2012