

(19)



(11)

EP 3 169 618 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
05.06.2024 Patentblatt 2024/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B66C 3/12 ^(2006.01) **B66C 13/16** ^(2006.01)
B66C 13/32 ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
06.06.2018 Patentblatt 2018/23

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B66C 3/125; B66C 13/16; B66C 13/32

(21) Anmeldenummer: **15739573.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/066400

(22) Anmeldetag: **17.07.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/009040 (21.01.2016 Gazette 2016/03)

(54) FÜLLGRADSTEUERUNG FÜR EINEN SCHÜTTGUT-GREIFER EINES KRANS

FILL DEGREE CONTROL FOR A BULK MATERIAL GRIPPER OF A CRANE

COMMANDE DU DEGRÉ DE REMPLISSAGE D'UNE BENNE PRENEUSE D'UN PRODUIT EN VRAC D'UNE GRUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **VAN DE LOO, Arno**
40789 Monheim am Rhein (DE)

(30) Priorität: **17.07.2014 DE 102014110060**

(74) Vertreter: **Moser Götze & Partner Patentanwälte mbB**
Paul-Klinger-Strasse 9
45127 Essen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 226 287 EP-A2- 2 298 687
JP-A- H01 247 393 JP-A- H01 278 621
JP-A- S57 151 735

(73) Patentinhaber: **Konecranes Global Corporation**
05830 Hyvinkää (FI)

(72) Erfinder:
• **ROTHMANN, Jürgen**
40764 Langenfeld (DE)

EP 3 169 618 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Füllen eines Greifers für Schüttgut gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass für den Umschlag von Schüttgütern wie beispielsweise Erz, Kohle, Getreide, Kies oder Sand Greifer verwendet werden. Diese auch als Zwei- oder Mehrschalengreifer bezeichneten Greifer weisen eine Größe, Formgebung und Anzahl der Schalen auf, die jeweils in Hinblick auf das umzuschlagende Schüttgut optimiert ist. Hierdurch wird erreicht, dass die Greifer gut in das Schüttgut eindringen, sich gut mit dem Schüttgut füllen und von diesem entleeren lassen. Üblicherweise werden die Greifer in einer Offenstellung auf dem Schüttgut abgesetzt, sinken über ihr Eigengewicht in das Schüttgut ein und während einer Schließbewegung erfassen die Greifer das Schüttgut und füllen sich hiermit. Das Schließen der Greifer erfolgt hydraulisch oder über Seiltriebe.

[0003] Aus dem deutschen Patent DE 199 55 750 B4 ist ein Kran mit einem Greifer für Schüttgut bekannt. Der Greifer ist als sogenannter Vierseil-Greifer ausgebildet. Demnach sind zwei Halteseile und zwei Schließseile vorhanden, die unabhängig voneinander bewegbar sind, um den Greifer zu öffnen, zu schließen, zu heben und zu senken. Die Halte- und Schließseile werden über zwei Seiltrommeln getrennt angetrieben. Um den Greifer zu öffnen, werden die Schließseile entlastet und der Greifer hängt nur noch an den Halteseilen. Die Halteseile greifen an einer Hebelmechanik des Greifers an und bewirken in Verbindung mit dem Eigengewicht des Greifers ein Öffnen des Greifers. Für ein Füllen wird der geöffnete Greifer mit schlaffem Schließseil über die Halteseile auf das Schüttgut aufgesetzt. Um den Greifer unter der Wirkung seines Eigengewichtes in das Schüttgut einsinken zu lassen, wird dann das Halteseil nachgelassen. Durch ein Anziehen der Schließseile wird dann der Greifer geschlossen, wobei dieser sich füllt und anschließend nach Schließen des Greifers von den Schließseilen angehoben. Hierbei müssen dann parallel die Halteseile gestrafft werden, um Schlaffseil zu vermeiden. Im Bereich des Anhebens des Greifers werden dann über entsprechende Steuerungen die Kräfte in den Halte- und Schließseilen wieder aneinander angeglichen, so dass das anschließende Heben gemeinsam mit den Halte- und Schließseilen erfolgt.

[0004] Üblicherweise finden Daten über die Schüttgutedichte, das Greifervolumen und das Eigengewicht des Greifers keinen Eingang in eine Kransteuerung des Krans. Unter den rauen Einsatzbedingungen des Greifers wird ein Füllstand des Greifers nur indirekt mittels Erfahrungswerten berücksichtigt.

[0005] Aus der DD 288 138 A5 ist bereits ein Verfahren zum Verhindern einer Greiferüberlastung eines an Halteseilen und Schließseilen aufgehängten Greifers bekannt. Hierbei wird während des Schließvorgangs eine in den Schließseilen sowie in den Halteseilen wirkende

Zugkraft gemessen und deren Differenz mit einem Sollwert für die in den Schließseilen wirkende Zugkraft verglichen. Wenn die Differenz einen vorgegebenen Wert für die Soll-Schließkraft übersteigt, wird der Haltemotor aktiviert, wodurch der noch nicht vollständig geschlossene Greifer angehoben und hierbei weiter geschlossen wird. Auf diese Weise wird die Wirkung des Eigengewichts des Greifers, mit dem der Greifer während des Schließens und Füllens auf das Schüttgut einwirkt, verringert und ein Füllgrad des Greifers beeinflusst.

[0006] Des Weiteren ist aus der EP 0 458 994 A1 eine Zugregelung für die Halteseile und Schließseile umfassenden Greiferseile eines Schüttgutumschlaggerätes bekannt. Um einen beim Schließen des Greifers durch schlaffe Halteseile verursachten Ruck zu vermeiden, wird der Haltezug entsprechend geregelt. Die Regelung des Haltezugs erfolgt jedoch derart, dass während des Schließvorgangs keine verringerte Wirkung des Eigengewichts auf das Schüttgut erreicht wird, da der Greifer erst angehoben wird, wenn er vollständig geschlossen ist. Die Zugregelung beeinflusst daher nicht den Füllgrad des Greifers.

[0007] In der DD 244 962 A1 ist ein Verfahren zur Gutaufnahmesteuerung für einen automatisierten Greiferbetrieb beschrieben. Hierbei werden beim Schließvorgang des Greifers ein Greiferöffnungswinkel und eine Schließzeit des auf dem Schüttgut abgesetzten Greifers überwacht. Wenn der Greifer beim Schließvorgang nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeit in einem vorgegebenen Maße geschlossen werden kann, wird der Schließvorgang unterbrochen und ein Hubwerk aktiviert, um den Greifer vom Schüttgut anzuheben. Anschließend wird der Schließvorgang erneut gestartet und überprüft, ob er wie vorgegeben durchgeführt werden kann.

[0008] Aus der europäischen Patentschrift EP 2 226 287 B1 ist ein Verfahren zum Füllen eines an Halteseilen aufgehängten Greifers bekannt, dessen Greiferfüllvolumen beeinflusst wird, indem ein Haltemoment eines Haltewerks für den Greifer so geregelt wird, dass während des Schließvorgangs eine Greifkurve des Greifers angehoben wird.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum optimalen Füllen eines Greifers für Schüttgut, der von einem Kran über eine Steuerung angehoben und abgesenkt wird und der während des Schließens und Füllens mit seinem Eigengewicht auf das Schüttgut einwirkt, zu schaffen.

[0010] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Füllen eines Greifers für Schüttgut mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung und eine Verwendung der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Erfindungsgemäß wird bei einem Verfahren zum Füllen eines Greifers für Schüttgut, der an Halteseilen aufgehängt ist, von einem Kran über eine Steuerung angehoben und abgesenkt wird und der während des Schließens und Füllens mit seinem Eigengewicht auf das Schüttgut einwirkt, wobei über die Steuerung ein Füllgrad

des Greifers mittels einer Verringerung der Wirkung des Eigengewichts des Greifers auf das Schüttgut beeinflusst wird, indem eine in den Halteseilen wirkende Zugkraft beeinflusst wird, ein optimierter Füllgrad des Greifers dadurch erreicht, dass über die Steuerung für die Halteseile ein Zugkraft-SOLL-Wert bestimmt wird, der Zugkraft-SOLL-Wert als Eingangsgröße an einen Zugkraftregler ausgegeben wird, von dem Zugkraftregler ein Elektromotor zum Heben und Senken des Greifers gesteuert wird und dem Zugkraftregler ein ermittelter Zugkraft-IST-Wert der Halteseile als Eingangsgröße zugeführt wird. Hierdurch werden auch Überlastabschaltungen vermieden.

[0012] Mit dieser Erfindung wird vorteilhafter Weise erreicht, dass der Füllgrad eines Schüttgut-Greifers gesteuert werden kann. Hieraus ergibt sich dann, dass im Betrieb eines Krans mit einem Schüttgut-Greifer eine übermäßige Anzahl von Überlastabschaltungen vermieden wird und somit die Umschlagleistung des Krans erhöht wird. Derartige Überlastabschaltungen treten auf, wenn im Greiferbetrieb der Greifer sehr tief in das anzuhebende Schüttgut eindringt und somit zu viel Schüttgut in den Greifer aufgenommen. Dies allein kann bereits zu einer Überlastabschaltung des Krans führen, wenn der Greifer mehr Schüttgut aufnimmt als der Kran heben kann. In Kombination mit einer großen Ausladung des Krans wird dieser Effekt verstärkt, da die zugelassene Traglast des Kran abnimmt und somit eine Überlast noch leichter erreicht wird und es wiederum zu einer Überlastabschaltung des Krans kommt. Sollte der Greifer in Bezug auf den Kran eher unterdimensioniert sein, kann es nur bei großer Ausladung des Krans zu derartigen Überlastabschaltungen des Krans kommen. Da die Umschlagleistung des Kran in wirtschaftlicher Hinsicht immer optimiert wird, wird ein Kran eher im Bereich seiner zugelassenen Traglast betrieben und somit mit einem Greifer, der über den gesamten Ausladungsbereich einen optimalen Füllgrad erreichen kann. Also der in Bezug auf die Traglast des Kran eher leicht überdimensioniert oder in Bezug auf geringe Ausladungen optimal dimensioniert ist. Hiermit geht einher, dass ein eingesetzter Greifer in Bezug auf den Kran eher zum Überfülltwerden neigt und somit das erfindungsgemäße Verfahren, dass auf eine gezielte Verringerung der Wirkung des Eigengewichts des Greifers abzielt, angreifen kann. Auch wird ermöglicht, in Bezug auf Traglast des Krans und die Schüttgutmichte des zu fördernden Schüttgutes zu große Greifer einzusetzen, da diese über die Erfindung nur teilweise gefüllt werden. Die Beeinflussung der in den Halteseilen wirkenden Zugkraft, die vorgenommen wird, um insbesondere während des Schließvorgangs des Greifers die Wirkung des Eigengewichts des Greifers auf das Schüttgut zu verringern, erfolgt hierbei also in einem solchen Ausmaß, dass der Greifer weniger weit in das Schüttgut eindringt, als er es allein durch sein Eigengewicht tun würde.

[0013] In der Praxis konnte durch die erfindungsgemäße Steuerung die Anzahl an Überlastabschaltungen um

90% herabgesetzt werden und dass bei erhöhter Umschlagsleistung.

[0014] Eine Traglast im Sinne der Erfindung setzt sich aus dem Eigengewicht des Greifers, aufgenommenen Schüttgut und im Falle eines Seilgreifers aus dem Eigengewicht des Seils zwischen Auslegerspitze und Greifer zusammen.

[0015] Erfindungsgemäß ist außerdem vorgesehen, dass in der Steuerung über ein Tendenzmodul an Hand von Verläufen von ermittelten Traglasten ein Zeitpunkt einer Änderung des Zugkraft-SOLL-Werts und eine Schrittweite einer Änderung des Zugkraft-SOLL-Werts zugeführt wird. Durch die Einbindung des Tendenzmoduls kann auf Grund von abgespeicherten Erfahrungswerten - wie beispielsweise Umschlagen eines vergleichbaren Schüttguts mit dem aktuellen Greifer - und während des Umschlagbetriebs des Krans aufgezeichneten erreichten Füllgraden schneller ein optimaler Füllgrad erreicht werden und sicherer Überlasten vermieden werden. Hierbei werden die Änderungen des Zugkraft-SOLL-Werts beim Schließvorgang dynamisch angepasst, so dass eine optimale Ausnutzung der Traglastkurve im gesamten Radiusbereich beziehungsweise Ausladungsbereich gegeben ist und Überlastungen vermieden oder zumindest minimiert werden.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass über das Tendenzmodul der Zugkraft-SOLL-Wert erhöht wird, wenn die Häufigkeit von Überlastabschaltungen einen auf die Lastzyklen bezogenen vorgewählten Wert übersteigt und/oder wenn die Häufigkeit von Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast einen auf die maximal zulässige Traglast für eine gegebene Ausladung vorgewählten Wert übersteigt.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass über das Tendenzmodul der Zugkraft-SOLL-Wert erniedrigt wird, wenn die Häufigkeit von Überlastabschaltungen einen auf die Lastzyklen bezogenen vorgewählten Wert unterschreitet und/oder wenn die Häufigkeit von Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast einen auf die maximal zulässige Traglast für eine gegebene Ausladung vorgewählten Wert unterschreitet.

[0018] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass über den Kran mittels der Steuerung der Greifer während des Schließens und Füllens mit dem in einer Richtung Heben gerichteten Zugkraft-IST-Wert beaufschlagt wird.

[0019] Um etwaige Überlastungen des Krans zu vermeiden, ist vorgesehen, dass in der Steuerung der Füllgrad des Greifers aus einer unmittelbar nach dem Anheben des gefüllten Greifers ermittelten Traglast und dem bekannten Eigengewicht des Greifers bestimmt wird.

[0020] Die Bestimmung des Füllgrades wird dadurch genauer, dass der Steuerung über ein Seillängenmodul als Eingangsgröße eine Länge eines freien Seils ausgehend von dem Greifer und in der Richtung Heben zugeführt wird, in der Steuerung bei der Berechnung des Füllgrads des Greifers dem Eigengewicht des Greifers auch

ein Eigengewicht des freien Seils zugerechnet wird.

[0021] Üblicher Weise weisen Krane für den Schüttgutumschlag einen wippbaren Ausleger aus, so dass während des Umschlagens und entsprechendes Wippen des Auslegers sich die Ausladung des Kran verändert. Um dies zu berücksichtigen, ist vorteilhafter Weise vorgesehen, dass der Steuerung über ein Traglastkurvenmodul als Eingangsgröße für den Kran eine maximal zulässige Traglast in Abhängigkeit von einer Ausladung des Greifers zugeführt wird. Somit verfügt die Steuerung über die maximal zulässige Traglast, um Überlastfälle festzustellen und den Füllgrad des Greifers zu bestimmen.

[0022] Auch ist von Vorteil, dass in die Steuerung über ein Startwertmodul als Eingangsgröße manuell ein Zugkraft-SOLL-Wert als Startgröße eingegeben wird. Insbesondere nach einem erfolgten Greiferwechsel oder bei Beginn einer neuen Umschlagaufgabe mit einem Schüttgut mit anderer Dichte kann auf Grund von Erfahrungswerten die Startgröße eingegeben werden. Hierdurch kann die Steuerung schneller einen optimalen Füllgrad des Greifers erreichen.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird in der Steuerung iterativ der Zugkraft-SOLL-Wert anhand der Eingangsgrößen aus dem Traglastkurvenmodul, dem Seillängenmodul und der ermittelten Traglast erniedrig beziehungsweise erhöht, bis der Füllgrad des Greifers im Bereich von 100% liegt.

[0024] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens für einen als Kran mit einem Greifer, der über Halteseile und Schließseile angehoben, abgesenkt, geöffnet und geschlossen wird.

[0025] Die dem erfindungsgemäßen Verfahren zu Grunde liegende Steuerung wird auch als eigenständig erfinderisch angesehen und deren Einsatz geht einher mit den zu dem Verfahren vorbeschriebenen Vorteilen.

[0026] Nachfolgend wird die Erfindung an Hand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Ansicht eines Hafenkran mit einem Greifer für Schüttgut,

Figur 2 eine Traglastkurve eines Hafenkran gemäß Figur 1,

Figur 3 eine vergrößerte Ansicht des Greifers für Schüttgut von Figur 1 und

Figur 4 eine schematische Darstellung einer Steuerung zur Optimierung des Füllgrads des Greifers für Schüttgut.

[0027] Die Figur 1 zeigt eine Ansicht eines Hafenmobilkrans 1 für den Umschlag von Schüttgütern 14, wie beispielsweise Erz, Kohle, Getreide, Kies oder Sand, zwischen Land und Wasser beziehungsweise innerhalb von Umschlag-Terminals. Der Hafenmobilkran 1 ist mit einem Greifer 2 zum Umschlag von Schüttgütern ausgerüstet und besteht im Wesentlichen aus einem rohrförmigen Standsockel 3 und einem Oberwagen 4 mit einem

Turm 5 und einem Ausleger 6. Der Standsockel 3 ist fest auf einem Schwimmponton 7 montiert. Anstatt des Standsockels 3 kann auch ein Unterwagen vorgesehen sein, der auf einem Kai für den Umschlagvorgang ruht und auf dem Kai über Gummireifen oder auf Schienen verfahrbar ist. Auf dem Standsockel 3 ist der Oberwagen 4 drehbar gelagert und über ein nicht dargestelltes Drehwerk um eine vertikale Drehachse d schwenkbar. Der Oberwagen 4 trägt auch ein Hubwerk 8 in einem rückwärtigen Bereich des Oberwagens 4, in dem sich auch ein Gegengewicht 9 befindet. Auch ist auf dem Oberwagen 4 der sich in Vertikalrichtung erstreckende Turm 5 abgestützt, an dessen Spitze ein Rollenkopf 10 mit Seilscheiben befestigt ist. Des Weiteren ist an dem Turm 5 etwa im Bereich seiner halben Länge und auf der dem Gegengewicht 9 abgewandten Seite der Ausleger 5 angelenkt. Der Ausleger 5 ist an einem Ende um eine horizontale Wippachse W schwenkbar mit dem Turm 4 verbunden. Über ein an dem Ausleger 6 und unten an dem Oberwagen 4 angelenktes Wippwerk 11, das üblicher Weise als Hydraulikzylinder ausgebildet ist, ist der Ausleger 6 um einen Wippwinkel w aus seiner Vielzahl von seitlich auskragenden Betriebsstellungen in eine aufrechte Ruhestellung verschwenkbar. Außerdem ist der Ausleger 6 in üblicher Weise als Gittermast ausgebildet. An der dem Turm 4 abgewandten Auslegerspitze 6a des Auslegers 6 sind weitere Seilscheiben drehbar gelagert, über die ausgehend von dem Hubwerk h über den Rollenkopf 10 und die Auslegerspitze 6a Halteseile 12 und Schließseile 13 zu dem Greifer 2 geführt sind.

[0028] Der Wippwinkel w ist eingeschlossen zwischen einer Vertikalen V, die durch die Wippachse W verläuft, und einer Geraden G, die im Bereich eines Obergurtes des Auslegers 6 und durch die Wippachse W verläuft. In üblicher Weise geht eine Veränderung des Wippwinkels w mit einer Veränderung der Ausladung a des Krans 1 einher, die im Zusammenhang mit der maximalen Traglast des Krans 1 steht. Die Ausladung a entspricht einem horizontalem Abstand zwischen der Vertikalen V durch die Wippachse W und einer ebenfalls vertikalen Seilrichtung S. Die Seilrichtung S fällt mit den freien von der Auslegerspitze 6a ablaufenden und ausgependelten Halte- und Schließseilen 12, 13 zusammen. Außerdem wird mit der Seillänge l ein Maß für frei hängenden Abschnitt der Halte- und Schließseile 12, 13 zwischen der Auslegerspitze 6a und dem Greifer 2 angegeben.

[0029] Außerdem ist aus der Figur 1 ersichtlich, dass von dem Kran 1 ein mit Schüttgut 14 beladenes Schiff 15, insbesondere ein Leichter, eine Schute oder eine Barge, be- oder entladen werden kann.

[0030] In der Figur 2 ist eine sogenannte Traglastkurve des Hafenkran 1 dargestellt. Die Traglastkurve zeigt die maximal zugelassene Traglast des Krans 1 in Tonnen über der Ausladung a in Metern. Hierbei können grob zwei Traglastbereiche I und II unterschieden werden. In dem ersten Traglastbereich I ist auf Grund der Dimensionierung der Krans 1 im Bereich einer Ausladung von 0m bis etwa 38m keine Abnahme der maximal zugelass-

senen Traglast von etwa 63t zu verzeichnen. Ab einer Ausladung a von etwa 38m bis zu einer maximalen Ausladung von etwa 51m nimmt die maximal zugelassene Traglast mit zunehmender Ausladung a ab. Dieser Bereich wird als zweiter Traglastbereich II definiert. Im Zusammenhang mit der erfindungsmäßigen Steuerung ist der zweite Traglastbereich II in einen ersten Traglastunterbereich II1, zweiten Traglastunterbereich II2, dritten Traglastunterbereich II3 und vierten Traglastunterbereich II4 aufgeteilt worden. Ausgehend von dieser Traglastkurve ergibt sich per Definition eine Überlast als Überschreiten der maximal zulässigen Traglast um etwa 10%.

[0031] In der Figur 3 ist eine vergrößerte Ansicht des Greifers 2 für Schüttgut von Figur 1 dargestellt. Der Greifer 2 weist zwei Schalen 2a auf und ist als Vierseil-Greifer ausgebildet, der an zwei Halteseilen 12 und zwei Schließseilen 13 aufgehängt ist. Die Halte- und Schließseile 12, 13 sind unabhängig voneinander von zwei innerhalb des Hubwerks 8 angeordneter, voneinander getrennter und getrennt über Halte- und Schließwinden angetriebener Seiltrommeln auf- und abrollbar, um den Greifer 2 zu öffnen, zu schließen, zu heben und zu senken. Um den Greifer 2 zu öffnen, werden die Schließseile 13 entlastet und der Greifer 2 hängt nur noch an den Halteseilen 12. Die Halteseile 12 greifen an einer Hebelmechanik 16 des Greifers 2 an und bewirken in Verbindung mit dem Eigengewicht des Greifers 2 ein Öffnen des Greifers 2. Für ein Füllen wird der geöffnete Greifer 2 mit schlaffem Schließseil 13 über die Halteseile 12 auf das Schüttgut 14 aufgesetzt. Um den Greifer 2 unter der Wirkung seines Eigengewichtes in das Schüttgut 14 einsinken zu lassen, wird dann das Halteseil 12 nachgelassen. Durch ein Anziehen der Schließseile 13 in Richtung Heben h wird der Greifer 2 geschlossen. Durch das Schließen der Schalen 2a des Greifers 2 füllt dieser sich mit dem Schüttgut 14 und kann sich auch in das Schüttgut 14 eingraben. Beim Eingraben werden über einen auch als Schlaffseilregler dienenden Zugkraftregler 18 für die Halteseile 12, der Bestandteil einer Steuerung 17 ist (siehe Figur 4), nur die Halteseile 12 auf Zug gehalten, so dass der Greifer 2 durch sein Eigengewicht in das Schüttgut 14 einsinken kann. Die Halteseile 12 werden nur solange auf Zug gehalten, wie die Schließseile 13 den Greifer 2 schließen. Auch füllt sich der Greifer 2 durch den Schließvorgang mit Schüttgut 14. Anschließend nach dem Schließen des Greifers 2 wird dieser von den Schließseilen 13 angehoben. Parallel werden dann die Halteseile 12 gestrafft, um Schlaffseil zu vermeiden. Im Bereich des Anhebens des Greifers 2 werden dann über eine entsprechende Steuerung die Kräfte in den Halte- und Schließseilen 12, 13 wieder aneinander angeglichen, so dass das anschließende Heben gemeinsam mit den Halte- und Schließseilen 12, 13 erfolgt.

[0032] Wird bei dem Greifvorgang zu viel Schüttgut 14 aufgenommen, kann eine zu hohe Gesamtlast in Bezug auf die maximal zulässige Traglast unter Berücksichtigung der aktuellen Ausladung a entstehen. Diese Gesamtlast setzt sich im Wesentlichen aus dem Gewicht

des aufgenommenen Schüttgutes 14, dem Eigengewicht des Greifers 2 und dem Gewicht der freien Seillänge l der Halte- und Schließseile 12, 13 zusammen. Wird eine zu hohe Gesamtlast festgestellt, wird über eine Lastmomentbegrenzung 20 (siehe Figur 4) ein weiteres Heben der Last gestoppt, um den Kran zu schützen. Diese Gesamtlast kann beispielsweise in Form einer Lastkraft F_{Last} über Dehnungsmessstreifen an einer Seiltrommel des Hubwerks 8 bestimmt werden und steht der Lastmomentbegrenzung 20 als Eingangsgröße zur Verfügung. In einer Krاندatenbank 21 wird diese Überlastabschaltung protokolliert. Wie eingangs beschrieben kann es verstärkt zu Überlastabschaltungen im Kranbetrieb kommen, wenn die Traglast des Krans 1, Schüttgutdichte, Greifervolumen und Greifereigengewicht nicht aufeinander abgestimmt sind. Dies ist häufig der Fall, wenn in Bezug auf das zu fördernde Schüttgut 14 Greifer 2 mit zu großem Greifervolumen eingesetzt werden. Im Betrieb des Krans 1 ist aber die Wahl des eingesetzten Greifers 2 nicht immer optimal.

[0033] Wird bei dem Greifvorgang so viel Schüttgut 14 von dem Greifer 2 aufgenommen, dass die gemessene Gesamtlast unter der maximal zulässigen Traglast liegt, wird in der Krاندatenbank 21 eine Nutzlast und die Gesamtlast beim Öffnen des Greifers 2 an der Zielposition protokolliert. Die Nutzlast im Sinne des Gewichts des aufgenommenen Schüttgutes 14 errechnet sich aus der Gesamtlast unter Abzug des Eigengewichtes des Greifers 2 und des Gewichts der freien Seillänge l der Halte- und Schließseile 12, 13. Auch wird dann in der Krاندatenbank 21 ein erfolgter Lastzyklus ohne Überlastfall protokolliert.

[0034] Die Figur 4 zeigt schematisch eine Darstellung einer Steuerung 17, insbesondere einer speicherprogrammierbaren Steuerung, zur Optimierung des Füllgrads des Greifers 2 für Schüttgut 14, anhand derer die Funktion der Steuerung 17 näher erläutert wird. Mit Hilfe der Steuerung 17 wird das Ziel erreicht, einen Füllgrad des Greifers 2 mit Schüttgut 14 selbständig anzupassen in Abhängigkeit der Traglastkurve des Krans 1. Hierbei wird der Füllgrad des Greifers 2 optimal ausgenutzt, ohne den Kran 1 in Hinblick auf seine Traglastkurve zu überlasten.

[0035] Die Steuerung 17 gibt als Steuergröße einen Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} für die Halteseile 12 aus, der als Eingangsgröße für den Zugkraftregler 18 dient. Anhand dieses Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} steuert der Zugkraftregler 18 einen Elektromotor 19, der eine nicht dargestellte Seiltrommel für die Halteseile 12 antreibt. Als weitere Eingangsgröße wird dem Zugkraftregler 18 ein Zugkraft-IST-Wert F_{ist} zugeführt, der einer gemessenen Zugkraft in den Halteseilen 12 entspricht. Der Zugkraft-IST-Wert F_{ist} wird aus den aktuellen Daten des Elektromotors 19, insbesondere des Motorstroms, ermittelt.

[0036] Als Eingangsgrößen sind der Steuerung 17, die als Additionsbaustein dargestellt ist und arbeitet, neben einer Krاندatenbank 21, ein Seillängenmodul 22a, ein Traglastkurvenmodul 22b, ein Startwertmodul 22c und

ein 22d Tendenzmodul 22d zugeordnet. Innerhalb des Seillängenmoduls 22a wird die Seillänge I bestimmt, die kurz vor dem Aufsetzen des Greifers 2 auf das Schüttgut 14 zwischen dem Greifer 2 und der Auslegerspitze 6a vorhanden ist. Hierüber kann dann das Eigengewicht der Halte- und Schließseile 12, 13 ermittelt werden. Über das Traglastkurvenmodul 22b erhält die Steuerung 17, Daten über die maximal zulässige Traglast (SWL, safe working load) in Abhängigkeit von der Ausladung a. Die Ausladung a wird in üblicher Weise über den gemessenen Wippwinkel w bestimmt. Als zusätzliche Eingangsgröße dient das Startwertmodul 22c, über den manuell eine Startgröße für den Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} eingegeben werden kann. Dies ist hilfreich nach einem Greiferwechsel, um schneller zu einer optimalen Füllung des Greifers 2 zu gelangen. Auch gibt es noch das Tendenzmodul 22d, in dem aus ermittelten Auslastungen bezogen auf die maximal zulässige Traglast Tendenzen ermittelt werden, die zu einer Erhöhung oder einer Erniedrigung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} führen. Die Tendenzen können auf der Basis von Erfahrungswerten eingestellt werden. Insbesondere werden in dem Tendenzmodul 22d die Anzahl der Überlastabschaltungen ermittelt, die in etwa einer mehr als 110%-igen Auslastung der maximal zulässigen Traglast entsprechen.

[0037] Die Steuerung 17 bildet einen iterativen Prozess ab, bei dem sich der Füllgrad des Greifers 2 an die Traglastkurve angleicht. Beginnend mit einer Überlastabschaltung aufgrund einer zu hohen Last im Greifer 2, werden Ausladung a und Traglast gespeichert. Bei erneutem Eindringen des Greifers 2 in das Schüttgut 14 werden dessen Halteseile 12 entsprechend der Ausladung a mit einem vorgewählten Betrag auf Zug belastet, um ein weniger tiefes Eindringen des Greifers 2 in das Schüttgut 14 aufgrund des Eigengewichts zu erreichen. Auf diese Weise nimmt der Greifer 2 weniger Material auf und der Kran 1 kann je nach Größe des vorgewählten Betrages ohne Überlastabschaltung betrieben werden. Da das Eindringen des Greifers in das Material von verschiedenen Faktoren abhängig ist, erfolgt bei jedem Greifvorgang eine erneute Berechnung des vorgewählten Betrags.

[0038] Während des Umschlagbetriebes werden in der Steuerung 17 an Hand der in der Krantdatenbank 21 protokollierten Daten zu dem aktuellen Umschlagbetrieb über Anzahl der Überlastabschaltungen und die Anzahl der Lastzyklen Tendenzen gebildet. Ergeben diese Tendenzen eine Häufigkeit von Überlastabschaltungen, die einen vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen übersteigt, wird in der Steuerung 17 der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} erhöht. Diese Tendenzen können auf eine Überschreitung der maximal zulässigen Traglast für die gegebene Ausladung a bezogen sein, so dass eine Erhöhung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} bereits bei einer oder mehreren Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast innerhalb einer vorgegebenen Anzahl von Lastspielen erfolgen kann, ohne dass es bereits zu Überlastabschaltungen gekommen ist. Sollte diese Erhöhung

nicht ausreichen, da die Häufigkeit von Überlastabschaltungen beziehungsweise der Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast, die einen vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen übersteigt, immer noch gegeben ist, erfolgt eine weitere Erhöhung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll}. Im Ergebnis wird somit der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} hoch inkrementiert, bis die Häufigkeit von Überlastabschaltungen beziehungsweise der Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast, den vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen nicht mehr übersteigt.

[0039] Ergibt sich während des Umschlagbetriebes aus den in der Steuerung 17 gebildeten Tendenzen eine Häufigkeit von Überlastabschaltungen beziehungsweise von Überschreitungen, die einen vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen nicht erreicht, also mit anderen Worten entsprechende Unterschreitungen, wird in der Steuerung der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} erniedrigt. Sollte diese Erniedrigung nicht ausreichen, da die Häufigkeit von Überlastabschaltungen einen vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen noch nicht erreicht, erfolgt eine weitere Erniedrigung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll}. Im Ergebnis wird somit der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} runter inkrementiert, bis die Häufigkeit von Überlastabschaltungen, den vorgewählten Wert bezogen auf die Lastzyklen erreicht.

[0040] Wie hoch die Erhöhung oder die Erniedrigung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} in der Steuerung 17 erfolgt und wie schnell auf die Tendenzänderung reagiert wird, ist in der Steuerung 17 parametrierbar. Hierdurch wird die Steuerung 17 auf den Kran 1, die Traglastkurve des Krans 1, die Schüttgutdichte, das Greifervolumen und das Greifereigengewicht angepasst.

[0041] Der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} wird auch erhöht, wenn die angewählte Traglastkurve ausreichend ausgenutzt ist. Hierdurch wird verhindert, dass die Überlastgrenzwerte überschritten werden. Die erfolgt über eine entsprechende Fuzzy logic in der Steuerung 17. Diese Erhöhung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} dient zusätzlich dazu, die Halteseile 12 ausreichend am Ende des Schließvorgangs des Greifers 2 vorzuspannen, damit bei nahezu geschlossenem Greifer 2 die Last auf alle vier Seile 12, 13 aufgeteilt ist und somit keine "Tot-Zeit" beim Anheben des Greifers 2 entsteht.

[0042] Außerdem erfolgt eine automatische Anpassung der Zugkraft-SOLL-Werte F_{soll} zur Berücksichtigung der freien Seillänge I der Halte- und Schließseile 12, 13. Die Zugkraft-SOLL-Werte F_{soll} werden proportional in Abhängigkeit der Seillänge I bei größer werdender Seillänge I erhöht und bei kleiner werdender Seillänge I erniedrigt. Diese proportionale Anpassung der Zugkraft-SOLL-Werte F_{soll} führt zu einem Ausgleich der Zugkräfte, die durch das Eigengewicht der Halte- und Schließseile 12, 13 zustande kommt.

[0043] Eine weitere automatische Anpassung der Zugkraft-SOLL-Werte F_{soll} erfolgt bei Änderung der Ausladung und somit einer Veränderung der maximal zulässigen Traglast.

[0044] Auch ist die Möglichkeit vorgesehen, dass der Kranfahrer manuell einen Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} in die Steuerung 17 eingibt, der dann als Startwert für die Steuerung 17 gespeichert und verwendet wird. Dieser manuelle Wert unterstützt den Kranfahrer, wenn schwere Lasten umgeschlagen werden sollen, indem der Zugkraft-SOLL-Wert F_{soll} vorab auf ein Wert vorgesteuert wird, ohne vorher die Überlast-Tendenz beziehungsweise von Überschreitungs-Tendenz zu bestimmen.

[0045] In Bezug auf die Auswertung der Tendenzen in der Steuerung 17, die zu einer Berechnung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} führt, ist vorgesehen, dass diese unter Berücksichtigung der Traglastkurve mit dem ersten Traglastbereich I, dem ersten Traglastunterbereich II1, dem zweiten Traglastunterbereich II2, dem dritten Traglastunterbereich II3 und dem vierten Traglastunterbereich II4 erfolgt. In dem ersten Traglastbereich I ist die maximal zulässige Last nicht abhängig von der Ausladung. Eine Korrektur des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} erfolgt somit nicht. Der nicht lineare zweite Traglastbereich II ist in die Traglastunterbereiche II1, II2, II3 und II4 aufgeteilt. In der Steuerung 17 werden die ermittelten Tendenzen den verschiedenen Traglast- bzw. -unterbereichen I, II1, II2, II3 und II4 zugeordnet. Somit kann eine optimale Füllung des Greifers 2 in Abhängigkeit von der Ausladung schneller erreicht werden. Die ist nützlich, wenn beispielsweise der Kran 1 zwischen verschiedenen Schiffsluken eines Schiffes 15 wechselt. Der Kran 1 arbeitet somit immer bereits beim ersten Lastzyklus mit der maximalen zulässigen Last ohne ungewollte

Überlastabschaltungen.

[0046] In der Steuerung 17 werden die einzelnen Erhöhungen beziehungsweise Erniedrigungen des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} zusammen addiert und an den Zugkraftregler 18 übermittelt.

[0047] Um die Steuerung 17 an den Kran 1, die Traglastkurve des Krans 1, die Schüttgutdichte, das Greifervolumen und das Greifereigengewicht anzupassen, kann die Steuerung 17 mit den folgenden Werten parametrisiert werden:

- Anzahl an Lastzyklen bis eine Erhöhung des Zugsollwertes durchgeführt wird (Default = 1,0) Beispiel: Ist 1,0 vorgegeben, wird der Sollwert erhöht, wenn eine Überlastabschaltung erfolgt.
- Wert für die prozentuale Erhöhung des Zugsollwertes (Default = 5,0)
- Anzahl an Lastzyklen bis eine Reduzierung des Zugsollwertes durchgeführt wird (Default = 2,0), Beispiel: Ist 2,0 vorgegeben wird der Zugsollwert reduziert, wenn ein zweiter Lastzyklus mit einem Füllgrad kleiner 80% erfolgt.
- Wert für die prozentuale Reduzierung des Zugsollwertes (Default = 3,0)

[0048] Diese Werte werden im Rahmen einer Inbe-

triebnahme des Krans 1 mit verschiedenen Greifern 2 eingeben. Auch werden im Rahmen der Inbetriebnahme des Krans 1 für verschiedene Greifer 2 oder zumindest für den leichtesten Greifer 2 jeweils ein Grund-Zugkraft-SOLL-Wert ermittelt, der bei einem Wechsel auf einen Greifer manuell als Anfangswert in die Steuerung 17 eingeben werden. Während der Inbetriebnahme erfolgt eine Optimierung der Parameter, um schnell ein optimales Füllverhalten des Greifers 2 zu erreichen. Werden beispielsweise sehr große und sehr schwere Greifer eingesetzt, wird der Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} in % des Nennmoments des Elektromotors 19 so eingestellt, dass der Greifer 2 gar nicht mehr in das Schüttgut 14 einsackt. Der Elektromotor 19 bringt dann ein so hohes Drehmoment auf, dass das Greifergewicht gehalten wird.

[0049] Nach der Inbetriebnahme wird geprüft, ob sich die Einstellungen in der Praxis bewähren und gegebenenfalls angepasst.

[0050] Für den Fall, dass Überlastabschaltungen auftreten, muss nach ca. 3 aufeinander folgenden Abschaltungen die Häufigkeit der Abschaltung durch Veränderung der Parameter oder durch manuelle Vorgabe des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} reduziert werden. Innerhalb der Steuerung 17 sind die Parameter, die Einfluss auf die Veränderung des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} haben, einstellbar. Eine Einstellung erfolgt im Rahmen einer Inbetriebnahme des Krans in Abhängigkeit von dem Kran und der eingesetzten Greifer. Da das Ziel der erfindungsgemäßen Steuerung 17 ein optimale Füllung des Greifers 2 mit Schüttgut 14 ist, wird jeder optimierte Umschlagvorgang bei etwa 100% der zulässigen Traglast also in der Nähe einer Überlast erfolgen, so dass es durch das inkrementale Erhöhen und Erniedrigen des Zugkraft-SOLL-Werts F_{soll} zwar immer noch zu Überlastabschaltungen aber mit einer signifikant verminderten Häufigkeit kommt. Im Rahmen des Umschlagbetriebs werden bezogen auf die Lastspiele pro Stunde 10% Überlastabschaltungen als nicht störend und im Rahmen der vorliegenden Steuerung 17 als gutes Steuerungsergebnis angesehen. Dies bedeutet bei beispielsweise 50 bis 60 Lastspielen pro Stunde, dass 5 bis 6 Überlastabschaltungen weiterhin auftreten können. Hierbei wird eine Überlastabschaltung auch als Lastspiel gezählt. Ohne die erfindungsmäße Steuerung 17 können Überlastabschaltungen bis zu über 50% der Lastspiele pro Stunde auftreten, insbesondere wenn der Kran in Bezug auf ein schweres Schüttgut 14 mit einem in Bezug auf die Schüttgutdichte zu großen Greifer 2 eingesetzt wird.

[0051] Jede Überlastabschaltung verursacht eine längere Zykluszeit im Betrieb, welche sich negativ auf die Umschlagleistung auswirkt. Durch die erfindungsgemäße Steuerung 17 wird mit der Zeit auch der Greifer 2 immer ganz voll, auch wenn an verschiedenen Lastluken gearbeitet wird, da der Greifer immer in Abhängigkeit der Ausladung automatisch ausgelastet wird und das ohne Eingriff des Kranfahrers.

[0052] Da die in den Halteseilen 12 wirkenden Zugkräfte proportional zu einem an der Seiltrommel für die

Halteseile 12 anliegenden Moment sind, das der Elektromotor 19 aufbringt, umfasst die vorstehend beschriebene Erfindung nicht nur eine Ermittlung und Regelung von Zugkräften, sondern auch von entsprechenden Momenten.

Bezugszeichenliste

[0053]

1	Hafenmobilkran
2	Greifer
2a	Schale
3	Standsockel
4	Oberwagen
5	Turm
6	Ausleger
6a	Auslegerspitze
7	Schwimmponton
8	Hubwerk
9	Gegengewicht
10	Rollenkopf
11	Wippwerk
12	Halteseile
13	Schließseile
14	Schüttgut
15	Schiff
16	Hebelmechanik
17	Steuerung
18	Zugkraftregler
19	Elektromotor
20	Lastmomentbegrenzung
21	Krandatenbank
22a	Seillängenmodul
22b	Traglastkurvenmodul
22c	Startwertmodul
22d	Tendenzmodul
a	Ausladung
d	Drehachse
h	Richtung Heben
l	freie Seillänge
s	Richtung Senken
w	Wippwinkel
Fist	Zugkraft-IST-Wert
FLast	Lastkraft
Fsoll	Zugkraft-SOLL-Wert
G	Gerade
I	erster Traglastbereich
II	zweiter Traglastbereich
II1	erster Traglastunterbereich
II2	zweiter Traglastunterbereich
II3	dritter Traglastunterbereich
II4	vierter Traglastunterbereich
S	Seilrichtung
V	Vertikale
W	Wippachse

Patentansprüche

- Verfahren zum Füllen eines Greifers (2) für Schüttgut (14), der an Halteseilen (12) aufgehängt ist, von einem Kran (1) über eine Steuerung (17) angehoben und abgesenkt wird und der während des Schließens und Füllens mit seinem Eigengewicht auf das Schüttgut (14) einwirkt, wobei über die Steuerung (17) ein Füllgrad des Greifers (2) mittels einer Ver-
ringerung der Wirkung des Eigengewichts des Greifers (2) auf das Schüttgut (14) beeinflusst wird, indem eine in den Halteseilen (12) wirkende Zugkraft beeinflusst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Steuerung (17) für die Halteseile (12) ein Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) bestimmt wird, der Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) als Eingangsgröße an einen Zugkraftregler (18) ausgegeben wird, von dem Zugkraftregler (18) ein Elektromotor (19) zum Heben und Senken des Greifers (2) gesteuert wird und dem Zugkraftregler (18) ein ermittelter Zugkraft-IST-Wert (Fist) der Halteseile (12) als Eingangsgröße zugeführt wird, wobei in der Steuerung (17) über ein Tendenzmodul (22d) an Hand von Verläufen von ermittelten Traglasten ein Zeitpunkt einer Änderung des Zugkraft-SOLL-Werts (Fsoll) und eine Schrittweite einer Änderung des Zugkraft-SOLL-Werts (Fsoll) zugeführt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über das Tendenzmodul (22d) der Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) erhöht wird, wenn die Häufigkeit von Überlastabschaltungen einen auf die Lastzyklen bezogenen vorgewählten Wert übersteigt und/oder wenn die Häufigkeit von Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast einen auf die maximal zulässige Traglast für eine gegebene Ausladung (a) vorgewählten Wert übersteigt.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** über das Tendenzmodul (22d) der Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) erniedrigt wird, wenn die Häufigkeit von Überlastabschaltungen einen auf die Lastzyklen bezogenen vorgewählten Wert unterschreitet und/oder wenn die Häufigkeit von Überschreitungen der maximal zulässigen Traglast einen auf die maximal zulässige Traglast für eine gegebene Ausladung (a) vorgewählten Wert unterschreitet.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Kran (1) mittels der Steuerung (17) der Greifer (2) während des Schließens und Füllens mit dem in einer Richtung Heben (h) gerichteten Zugkraft IST-Wert (Fist) beaufschlagt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuerung (17)

der Füllgrad des Greifers (2) aus einer nach dem Anheben des gefüllten Greifers ermittelten Traglast (TL) und dem bekannten Eigengewicht des Greifers (2) bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerung (17) über ein Seillängenmodul (22a) als Eingangsgröße eine Länge (l) eines freien Seils (12, 13) ausgehend von dem Greifer (2) und in der Richtung Heben (h) zugeführt wird, in der Steuerung (17) bei der Berechnung des Füllgrads des Greifers (2) dem Eigengewicht des Greifers (2) auch ein Eigengewicht des freien Seils (12, 13) zugerechnet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerung (17) über ein Traglastkurvenmodul (22b) als Eingangsgröße für den Kran (1) eine maximal zulässige Traglast in Abhängigkeit von einer Ausladung des Greifers (2) zugeführt wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuerung (17) iterativ der Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) anhand der Eingangsgrößen aus dem Traglastkurvenmodul (22b), dem Seillängenmodul (22a) und der ermittelten Traglast (TL) erniedrigt beziehungsweise erhöht wird, bis der Füllgrad des Greifers (2) im Bereich von 100% liegt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Steuerung (17) über ein Startwertmodul (22c) als Eingangsgröße manuell ein Zugkraft-SOLL-Wert (Fsoll) als Startgröße eingegeben wird.
10. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 für einen Kran (1) mit einem Greifer (2), der über Halteseile (12) und Schließseile (13) angehoben, abgesenkt, geöffnet und geschlossen wird.

Claims

1. Method for filling a gripper (2) for bulk material (14), said gripper being suspended on holding cables (12), raised and lowered by a crane (1) via a controller (17) and acting on the bulk material (14) with its own weight during the closing and filling procedure, wherein by reducing the effect of the weight of the gripper (2) on the bulk material (14), a fill degree of the gripper (2) is influenced via the controller (17) in that a tensile force acting on the holding cables (12) is influenced, **characterised in that** a tensile force TARGET value (Fsoll) is determined for the holding cables (12) via the controller (17), the tensile force

TARGET value (Fsoll) is output to a tensile force controller (18) as an input variable, an electric motor (19) for lifting and lowering the gripper (2) is controlled by the tensile force controller (18) and an ascertained tensile force ACTUAL value (Fist) of the holding cables (12) is supplied to the tensile force controller (18) as an input variable, wherein a time of a change in the tensile force TARGET value (Fsoll) and an increment of a change in the tensile force TARGET value (Fsoll) is supplied in the controller (17) via a tendency module (22d) with reference to progressions of ascertained working loads.

2. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** the tensile force TARGET value (Fsoll) is increased via the tendency module (22d) if the frequency of overload cut-offs exceeds a preselected value related to the load cycles and/or if the frequency at which the maximum permissible working load is exceeded exceeds a value preselected in relation to the maximum permissible working load for a given working radius (a).
3. Method as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the tensile force TARGET value (Fsoll) is decreased via the tendency module (22d) if the frequency of overload cut-offs is less than a preselected value related to the load cycles and/or if the frequency at which the maximum permissible working load is exceeded is less than a value preselected in relation to the maximum permissible working load for a given working radius (a).
4. Method as claimed in any one of claims 1 to 3, **characterised in that** during the closing and filling procedure the gripper (2) is influenced with the tensile force ACTUAL value (Fist), which is directed in a direction of lifting (h), via the crane (1) by means of the controller (17).
5. Method as claimed in any one of claims 1 to 4, **characterised in that** in the controller (17) the fill degree of the gripper (2) is determined from a working load (TL), which is ascertained after the filled gripper is raised, and the known weight of the gripper (2).
6. Method as claimed in claim 5, **characterised in that** that a length (l) of a free cable (12, 13) starting from the gripper (2) and in the direction of lifting (h) is supplied as an input variable to the controller (17) via a cable length module (22a), and in the controller (17) a weight of the free cable (12, 13) is also assigned to the weight of the gripper (2) during the calculation of the fill degree of the gripper (2).
7. Method as claimed in any one of claims 1 to 6, **characterised in that** in dependence upon a working radius of the gripper (2) a maximum permissible work-

ing load is supplied to the controller (17) via a working load curve module (22b) as an input variable for the crane (1).

8. Method as claimed in claims 5 to 7, **characterised in that** in the controller (17) the tensile force TARGET value (Fsoll) is iteratively decreased or increased using the input variables from the working load curve module (22b), the cable length module (22a) and the ascertained working load (TL), until the fill degree of the gripper (2) is in the region of 100%.
9. Method as claimed in any one of claims 1 to 8, **characterised in that** a tensile force TARGET value (Fsoll) as a start variable is manually input into the controller (17) via a start value module (22c) as an input variable.
10. Use of a method as claimed in any one of claims 1 to 9 for a crane (1) comprising a gripper (2) which is raised, lowered, opened and closed by means of holding cables (12) and closing cables (13).

Revendications

1. Procédé de remplissage d'un dispositif de préhension (2), destiné à un matériau en vrac (14), qui est suspendu à des câbles de retenue (12), qui est soulevé et abaissé par une grue (1) par le biais d'un dispositif de commande (17) et qui agit par son propre poids sur le matériau en vrac (14) pendant la fermeture et le remplissage, le degré de remplissage du dispositif de préhension (2) étant influencé par le dispositif de commande (17) par réduction de l'effet du propre poids du dispositif de préhension (2) sur le matériau en vrac (14) en raison de l'influence exercée sur une force de traction agissant dans les câbles de retenue (12), **caractérisé en ce qu'**une valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) est déterminée par le dispositif de commande (17) destiné aux câbles de retenue (12), **en ce que** la valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) est délivrée en tant que grandeur d'entrée à un régulateur de force de traction (18), **en ce qu'**un moteur électrique (19) est commandé par le régulateur de force de traction (18) pour soulever et abaisser le dispositif de préhension (2) et **en ce que** la valeur réelle de force de traction déterminée (Fréelle) des câbles de retenue (12) est délivrée en tant que grandeur d'entrée au régulateur de force de traction (18), dans lequel l'instant d'une variation de la valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) et un pas de progression d'une variation de la valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) sont fournis au dispositif de commande (17) par le biais d'un module de sens (22d) sur la base de l'allure des charges

maximales déterminées.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) est augmentée par le module de sens (22d) lorsque la fréquence des arrêts de surcharge devient supérieure à une valeur présélectionnée liée aux cycles de charge et/ou lorsque la fréquence des dépassements de la charge maximale admissible devient supérieure à une valeur présélectionnée liée la charge maximale admissible pour une portée donnée (a).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la valeur de consigne de la force de traction (Fconsigne) est réduite par le module de sens (22d) lorsque la fréquence des arrêts de surcharge devient inférieure à une valeur présélectionnée liée aux cycles de charge et/ou lorsque la fréquence des dépassements de la charge maximale admissible devient inférieure à une valeur présélectionnée liée la charge maximale admissible pour une portée donnée (a).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la valeur réelle de force de traction (Fréelle), orientée dans le sens de levage (h), est appliquée sur le dispositif de préhension (2) au cours de la fermeture ou du remplissage sur la grue (1) au moyen du dispositif de commande (17).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le degré de remplissage du dispositif de préhension (2) est déterminé dans le dispositif de commande (17) à partir d'une charge maximale (TL), déterminée après le soulèvement de la charge du dispositif de préhension rempli, et du propre poids connu du dispositif de préhension (2).
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la longueur (l) d'un câble libre (12, 13), à partir du dispositif de préhension (2) et dans le sens de levage (h), est amenée en tant que grandeur d'entrée au dispositif de commande (17) par le biais d'un module de longueur de câble (22a), et **en ce que** le propre poids du câble libre (12, 13) est également ajouté au propre poids du dispositif de préhension (2) dans le dispositif de commande (17) lors du calcul du degré de remplissage du dispositif de préhension (2).
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**une charge maximale admissible est amenée au dispositif de commande (17), en fonction de la portée du dispositif de préhension (2), en tant que grandeur d'entrée pour la grue (1) par le biais d'un module de courbe de charge maximale (22b).

8. Procédé selon les revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** la valeur de consigne de force de traction (Fconsigne) est abaissée ou augmentée de manière itérative dans le dispositif de commande (17) sur la base des grandeurs d'entrée provenant du module de courbe de charge (22b), du module de longueur de câble (22a) et la charge maximale détectée (TL) jusqu'à ce que le degré de remplissage du dispositif de préhension (2) soit de l'ordre de 100%. 5
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**une valeur de consigne de force de traction (Fconsigne), utilisée comme valeur de départ, est entrée en tant que grandeur d'entrée dans le dispositif de commande (17) par le biais d'un module de valeur de départ (22c). 10 15
10. Utilisation d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 9, pour une grue (1) comportant un dispositif de préhension (2) qui est soulevé, abaissé, ouvert et fermé par des câbles de retenue (12) et des câbles de fermeture (13). 20

25

30

35

40

45

50

55

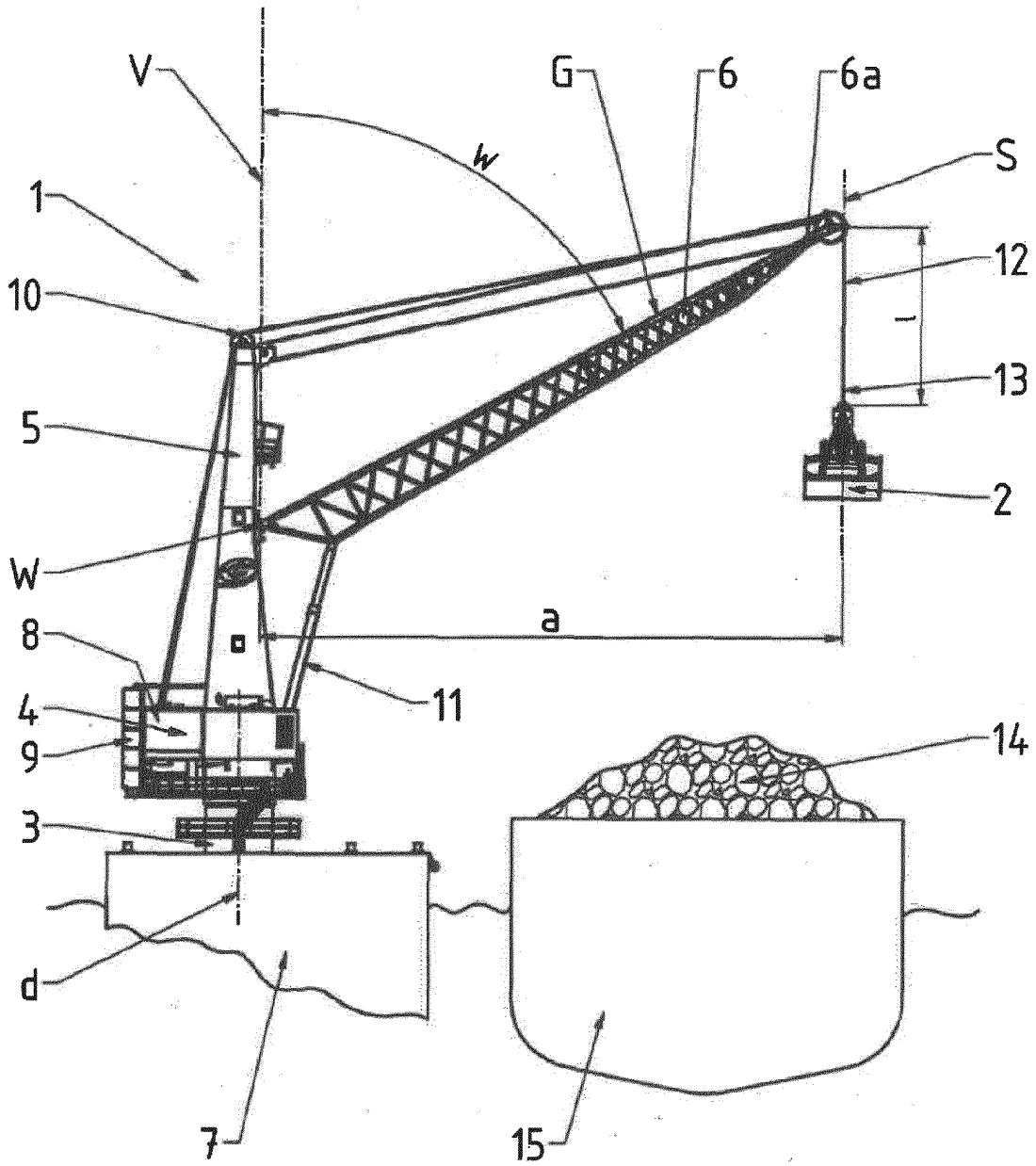


Fig. 1

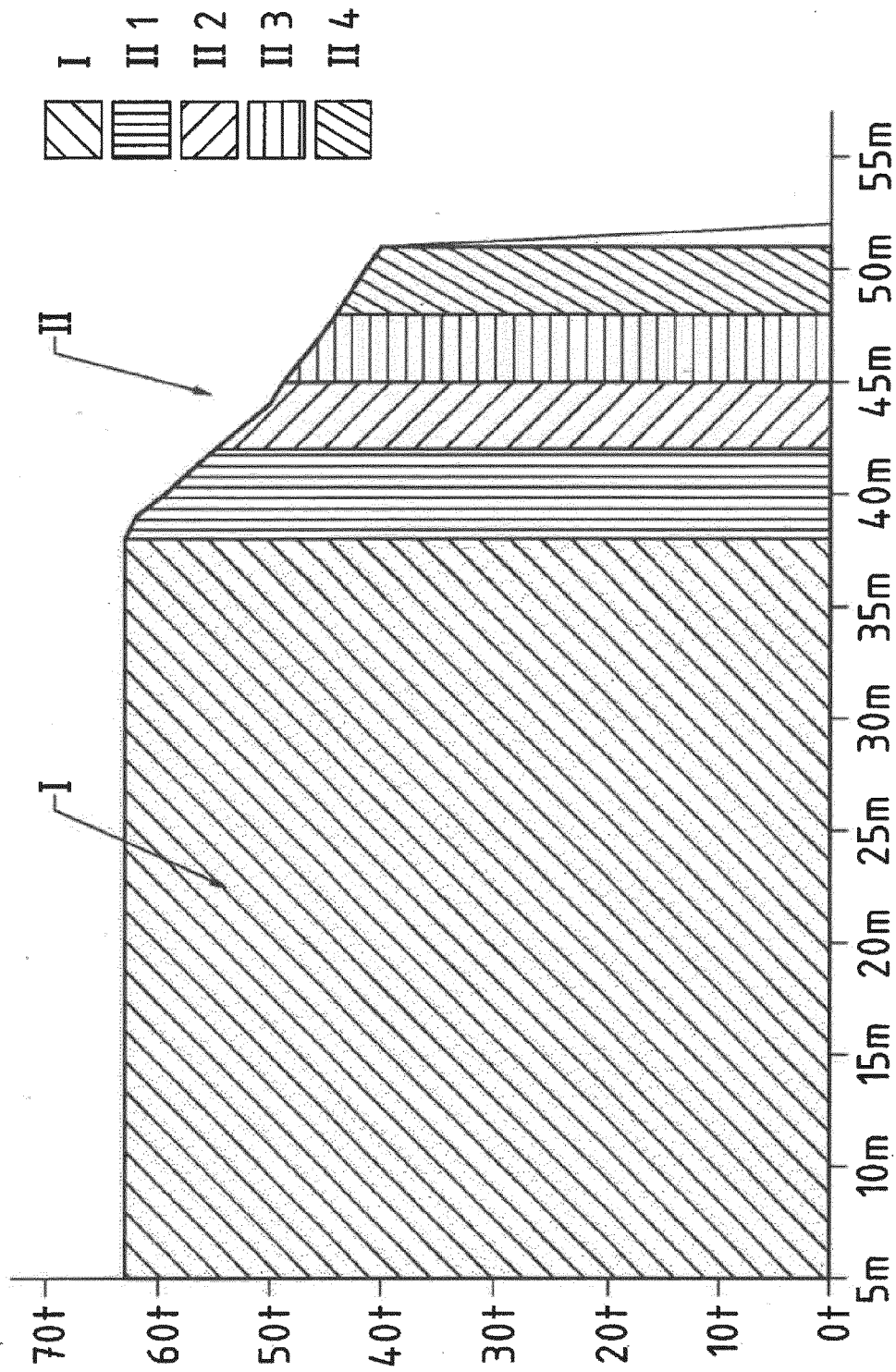


Fig. 2

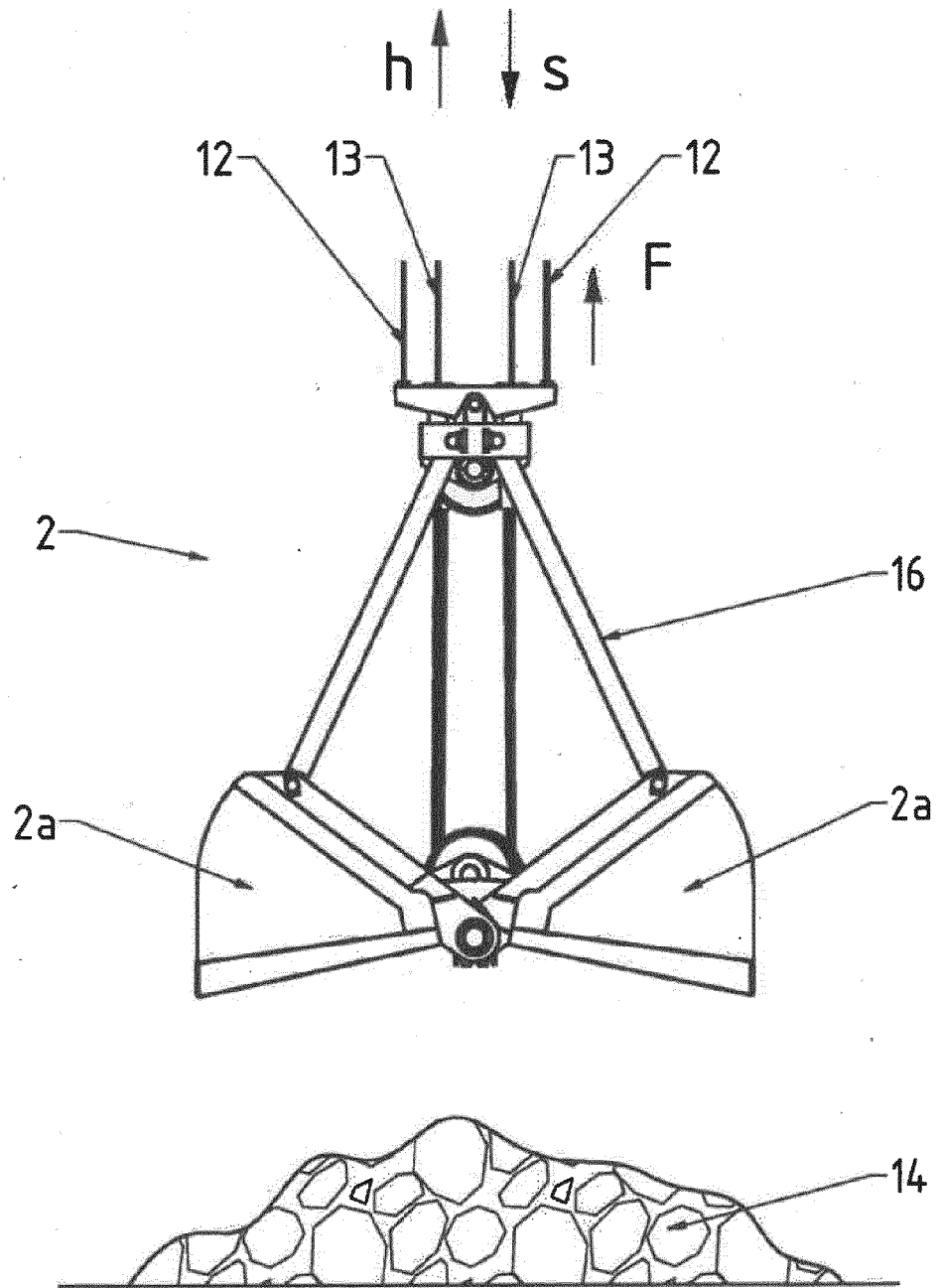


Fig. 3

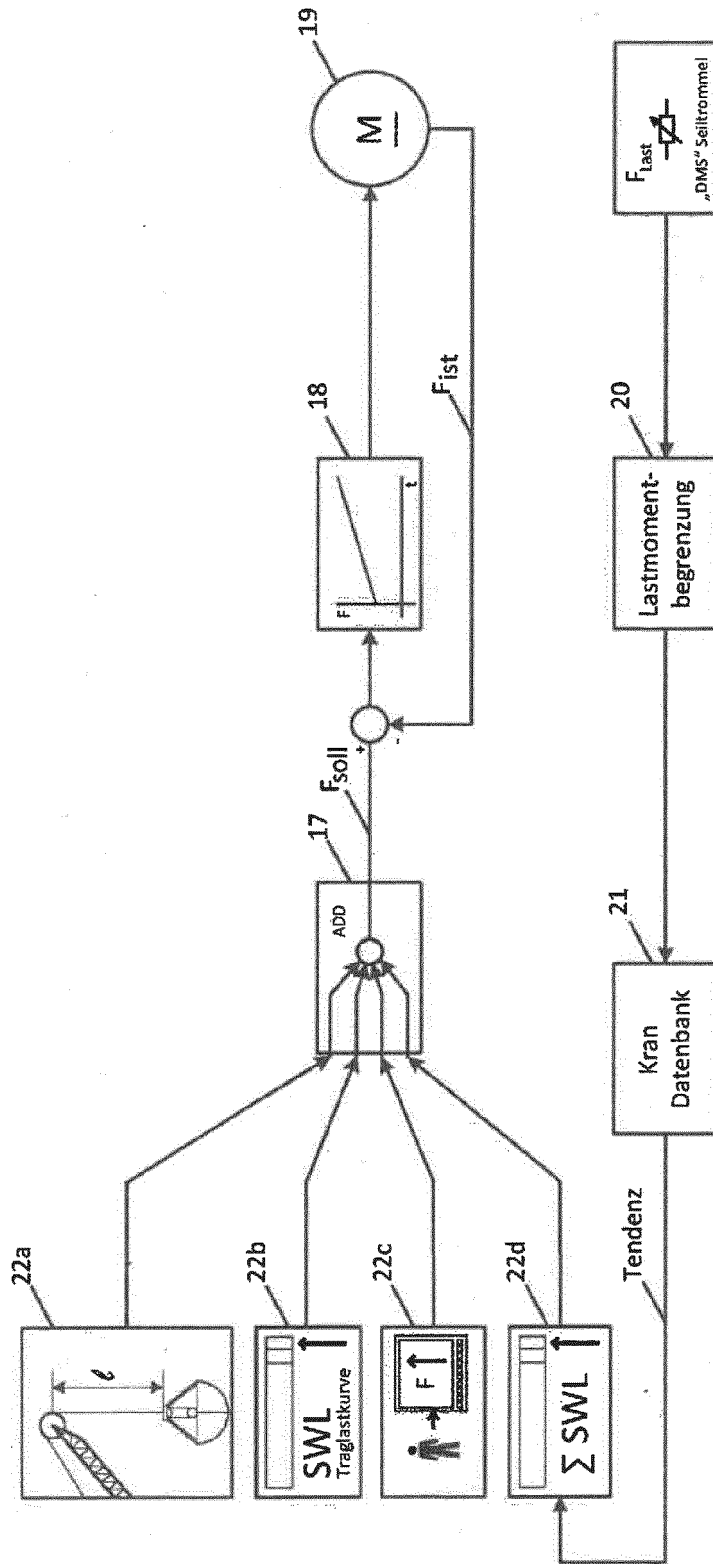


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19955750 B4 [0003]
- DD 288138 A5 [0005]
- EP 0458994 A1 [0006]
- DD 244962 A1 [0007]
- EP 2226287 B1 [0008]