

(19)



(11)

EP 3 532 425 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2021 Patentblatt 2021/16

(51) Int Cl.:
B66C 13/08 ^(2006.01) **B66C 13/46** ^(2006.01)
B66C 23/90 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17803779.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/001305

(22) Anmeldetag: **09.11.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/086740 (17.05.2018 Gazette 2018/20)

(54) VORRICHTUNG ZUR KOMPENSATION VON SCHRÄGZUG BEI KRANEN

METHOD FOR THE COMPENSATION OF DIAGONAL PULL IN CRANES

DISPOSITIF DE COMPENSATION DE TRACTION OBLIQUE DANS DES GRUES

(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**

(30) Priorität: **09.11.2016 DE 102016013320**
03.11.2017 DE 102017125715

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.09.2019 Patentblatt 2019/36

(60) Teilanmeldung:
21162860.7

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Werk Biberach GmbH**
88400 Biberach an der Riß (DE)

(72) Erfinder: **STRÄHLE, Alexander**
89129 Langenau (DE)

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2016/128119 DE-A1- 19 842 436
JP-A- H01 167 199 JP-A- H01 256 496

EP 3 532 425 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei Turmkranen mit wenigstens einem Ausleger, einem Auslegerantrieb zum Verstellen eines Winkels und/oder einer Länge des Auslegers und/oder zum Verfahren einer Laufkatze, und einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung zur Steuerung/Regelung des Auslegerantriebs.

[0002] Gemäß dem Stand der Technik ist es bekannt, dass beim Anheben von Lasten mittels eines Turmkrans aufgrund der Belastung des Turms, des Auslegers und/oder der Auslegerabspannung eine Verformung der Geometrie bzw. des Stahlbaus des Krans auftritt. Diese Verformung führt zu einem Schrägzug des Seils bzw. des Lastseils des Turmkrans.

[0003] Die WO 2016/128119 A offenbart einen Turmkran mit einem Ausleger, einem Auslegerantrieb zum verstellen eines Winkels des Auslegers, einem Sensor zur Erfassung des Winkels und einer Steuerungs-/

[0004] Regelvorrichtung zur Steuerung des Auslegerantriebs. Wenn die Last nun vom Boden angehoben wird bzw. in dem Moment, in dem die Last den Boden kaum oder gar nicht mehr berührt, entsteht aufgrund des zuvor entstandenen Schrägzugs des Seils eine Pendelbewegung der nunmehr freihängenden bzw. angehobenen Last. Ebenso kann beim Absetzen einer Last eine Entspannung des Stahlbaus bzw. des Turmkrans dazu führen, dass der Turmkran zurückfedert und damit abermals ein Schrägzug des Seils bewirkt wird. Dies geht mit möglichen Gefahren, wie dem Entstehen eines Lastpendels einher, was insbesondere bei engen Platzverhältnissen zu Sach- oder Personenschäden, wie beispielsweise Quetschungen, führen kann. Weiterhin kann die Horizontalbewegung der Last dazu führen, dass das zulässige Lastmoment des Turmkrans überschritten wird.

[0005] Bekannterweise gleichen geübte Kranfahrer den Schrägzug durch ein gezieltes Korrigieren der Ausladung, wie z.B. durch Verfahren einer Laufkatze bei Katzauslegerkranen oder durch Verstellen des Auslegerwinkels bei Verstellauslegerkranen aus. Bei Verstellauslegerkranen, bei denen für gewöhnlich ein Neigungssensor im Ausleger installiert ist, kann damit die Winkeländerung aufgrund der Belastung erfasst werden. Der Kranfahrer hat so die Möglichkeit, den Auslegerwinkel auf den ursprünglichen Wert zu korrigieren, bevor die Last vom Boden abhebt. Dies erfolgt jedoch nicht automatisch, das heißt der Kranfahrer muss zum Anheben einer Last zwei Antriebe parallel ansteuern. Außerdem wird hierbei lediglich der Biegewinkel von Turm und Ausleger, nicht jedoch die Durchbiegung des Turms bzw. ein horizontaler Weg oder eine Abweichung von der Horizontalen des Oberkrans in Folge der Turmbiegung kompensiert. Bei Katzauslegerkranen gibt es in der Regel keine Möglichkeit, die Verformung zu erfassen.

[0006] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung bereitzustellen, mittels der die Kompensation des Schrägzugs bei Turmkranen verbes-

sert bzw. vereinfacht werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei Turmkranen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Demnach ist eine Vorrichtung mit wenigstens einem Ausleger, einem Auslegerantrieb zum Verstellen eines Winkels und/oder einer Länge des Auslegers und/oder zum Verfahren einer Laufkatze, einem Sensor zur Erfassung des Winkels des Auslegers und/oder der Verformung wenigstens eines Teils des Turmkrans und einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung zur Steuerung des Auslegerantriebs vorgesehen, wobei beim Anheben und/oder Absetzen einer Last durch den Turmkran der erfasste Sensorwert mittels der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung und des Auslegerantriebs konstant gehalten ist.

[0008] Bei dem Auslegerantrieb kann es sich beispielsweise um eine Motorwinde zur Veränderung der Abspannung des Turmkrans oder der Position der Laufkatze und/oder um eine hydraulische Zylinderkolbenvorrichtung handeln, mittels der der Ausleger verschwenkt werden kann.

[0009] Somit kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch bei einem mobilen Turmkran angewandt bzw. mit diesem gekoppelt werden und entsprechend zur Reduktion bzw. Verhinderung von Schrägzug bei Mobilkranen genutzt werden.

[0010] Mit dem erfassten Sensorwert kann ein Winkel des Auslegers gemeint sein, welcher vom Ausleger und der Horizontalen aufgespannt wird. Alternativ kann der Sensorwert ein Wert sein, der proportional zu einer Verformung des Turmkrans ist und beispielsweise einer Spannung in der Krankonstruktion entspricht. Mit dem Konstanthalten des Sensorwertes ist gemeint, dass die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung mittels des Sensors einen ersten Ist-Wert erfasst und bei im Folgenden erfasster Veränderung des zuerst gemessenen Ist-Werts den Auslegerantrieb so ansteuert/anregelt, dass der Fehler bzw. die Veränderung oder Abweichung zwischen einem zunächst gemessenen Ist-Wert und einem danach gemessenen abweichenden Wert minimiert wird. Bei der Verformung des Turmkrans kann es sich beispielsweise um die Biegung des Turm oder des Auslegers des Turmkrans handeln. Vorteilhafterweise kann so erfindungsgemäß unter Verwendung von in bekannten Turmkranen vorgesehenen Sensoren eine Schrägzugkompensation durchgeführt werden.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass der Auslegerantrieb eine Einziehwinde oder eine Abspannwinde ist. Die entsprechende Winde kann so über die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung zum Bewegen des Auslegers angesteuert bzw. angeregt werden, dass der vom Sensor erfasste Sensorwert bzw. Parameter konstant oder eine Abweichung zwischen einem zuerst gemessenen Sensorwert und einem dem weiteren Betrieb des Turmkrans gemessenen Wert verringert bzw. minimiert wird. Dabei ist es denkbar, dass die Ein-

ziehwinde bzw. die Abspannwinde zur Veränderung der Länge des Auslegers des Turmkran durch entsprechen- des Ein- oder Ausfahren des Auslegers genutzt wird. Hierdurch kann der Schrägzug ebenfalls verringert, al- lerdings nicht vollständig kompensiert werden, da die Durchbiegung des Turms bzw. des Auslegers nicht kom- pensiert wird. Alternativ ist auch denkbar, dass der Aus- legerantrieb als Zylinderkolbenvorrichtung ausgebildet ist und zum Verschwenken des Auslegers mit diesem gekoppelt ist.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass der wenigstens eine Sensor ein Neigungs- sensor, ein optischer Sensor, ein Längengeber zur Mes- sung von Verformungen, ein GPS-Sensor und/oder ein Seilzugsensor in oder an einer Abspannung des Turm- kran ist. Demnach ist eine Verwendung von mehr als einem Sensor zur Erfassung der jeweiligen Kranparame- ter bzw. der geometrischen Ausbildung oder Verformung des Turmkran einsetzbar. Insbesondere ist es möglich, mehr als einen Sensor zur Erfassung der Ausrichtung bzw. Verformung des Turmkran kombiniert zu verwen- den.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung den Auslegerantrieb auf Grundlage eines aus mehreren Sensorwerten berechneten Bezugswerts ansteuert. Bei dem berechneten Bezugswert kann es sich beispielswei- se um das Lastmoment handeln, welches von dem Ge- wicht der vom Turmkran gehobenen Last und der ent- sprechenden Ausladung oder von den auf den Turmkran einwirkenden Abstützkräften und der Ausladung abge- leitet werden kann.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass das Verhältnis von Sensorwert und/oder Bezugswert zur Ausladungsverschiebung aufgrund der Verformung des Turmkran mit einem Prüfgewicht ska- liert oder bestimmt und/oder rechnerisch ermittelt ist. Zur rechnerischen Ermittlung des Verhältnisses von Sensor- wert bzw. Bezugswert zur Ausladungsverschiebung kann die Steifigkeit und der Kranaufbau bzw. die Geo- metrie des Turmkran herangezogen werden. Die Erfin- dung ist ferner auf einen Turmkran mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 gerichtet.

[0015] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind anhand der in den Figuren beispielhaft gezeigten Ausführungen erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1a: Gattungsgemäßer Turmkran mit auf dem Untergrund aufliegender Last;

Figur 1b: Gattungsgemäßer Turmkran kurz vor dem Anheben einer Last;

Figur 1c: Gattungsgemäßer Turmkran kurz nach dem Anheben einer Last;

Figur 2a: Turmkran mit erfindungsgemäßer Vorrich- tung zur Kompensation vom Schrägzug mit auf dem

Untergrund aufliegender Last;

Figur 2b: Turmkran mit erfindungsgemäßer Vorrich- tung zur Kompensation vom Schrägzug kurz vor dem Anheben einer Last;

Figur 2c: Turmkran mit erfindungsgemäßer Vorrich- tung zur Kompensation vom Schrägzug kurz nach dem Anheben einer Last;

Figur 3: Wirkstruktur bei der Nutzung eines Turm- kran mit erfindungsgemäßer Vorrichtung;

Figur 4a-4c: Turmkran beim Anheben einer Last;

Figur 5: Kennlinie des Lastmoments und der Ausla- dungsverschiebung eines Turmkran;

Figur 6: Kennlinie des Lastmoments und der Ausla- dungsverschiebung eines Turmkran mit Zeitpunkt des Abhebens einer Last;

Figur 7: Kennlinien der Ausgabewerte eines Abso- lutwertgebers und des Auslegerwinkels eines Turm- kran ohne Last und mit maximal zulässiger Last;

Figur 8: schematische Ansicht einer abweichenden Auslegerneigung gemäß einem ersten Ansatz; und

Figur 9: schematische Ansicht einer abweichenden Auslegerneigung gemäß einem zweiten Ansatz.

[0016] Figur 1a zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Turmkran 1 mit einem Ausleger 2, der über keine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug verfügt. Der Turmkran 1 umfasst einen Auslegerantrieb 3, der den Ausleger 2 verstellen und/oder die Laufkatze 7 bewegen kann. Bei auf dem Boden abgelegter Last 6 ist der Turmkran 1 zumindest von der Last 6 nicht belastet und weist auch daher keine durch die Last 6 bedingten Verformungen auf.

[0017] Mit dem Begriff des Auslegerantriebs 3 kann ein Antrieb zum Bewegen des Auslegers 2 oder auch ein sonstiger am Turmkran vorgesehener Antrieb gemeint sein, wie beispielsweise eine Einziehwinde 8 oder Ab- spannwinde 9, mittels der weitere oder andere Krankom- ponenten bewegt werden können.

[0018] Bei Anheben der Last 6 vom Boden wird ent- sprechend auch der Turmkran 1 belastet, auch dann schon, während die Last zunächst noch am Boden liegen bleibt bzw. den Boden berührt. Dies führt unter anderem zu einer Horizontalbewegung des

[0019] Oberkrans bzw. insbesondere des Auslegers 2 und einem entsprechenden Schrägzug des Seils, wie Fi- gur 1b zeigt.

[0020] Hebt die Last 6, wie in Figur 1c gezeigt vom Boden ab, so ergibt sich durch die zuvor in Figur 1b ge- zeigte Horizontalbewegung bzw. Drehbewegung des

Oberkrans im Moment des Anhebens der Last 6 eine Schräglage bzw. ein Schrägzug des Seils des Turmkran 1, was zum Lastpendeln und entsprechend zu einer Ausladungsvergrößerung durch das Lastpendeln führen kann.

[0021] Der in der Figur 2a gezeigte Turmkran 1 mit erfindungsgemäßer Vorrichtung zur Kompensation des Schrägzugs unterscheidet sich zunächst kaum vom in der Figur 1a gezeigten, aus dem Stand der Technik bekannten Turmkran 1, wobei in Figuren 1a und 2a jeweils Turmkranne in einem unbelasteten Zustand gezeigt sind. Beginnt allerdings der erfindungsgemäße Turmkran 1 gemäß Figur 2b die Last 6 anzuheben, während diese noch am Boden ist bzw. noch den Boden berührt, so kann erfindungsgemäß die Ausladung des Turmkran 1 automatisch reduziert werden, wodurch der Schrägzug entsprechend reduziert und einer Pendelbewegung bei weiterem Anheben der Last 6 vorgebeugt wird. Hebt der Turmkran 1 wie in Figur 2c gezeigt die Last vom Boden ab, so liegt in dem Moment erfindungsgemäß kein Schrägzug vor und es stellt sich kein Lastpendeln ein. Hierzu wird wie in Figur 2b gezeigt die Laufkatze 7 so verfahren und/oder der Ausleger 2 so verschwenkt, dass das Seil keinen Schrägzug aufweist bzw. vertikal angeordnet ist.

[0022] Mittels des in den Figuren 2a bis 2c gezeigten Sensors 5 kann beispielsweise die Neigung des Auslegers 2, die Verformung auf Basis einer erfassten Längänderung des Auslegers 2 und/oder die Spannung in der Abspannung des Turmkran 1 erfasst werden.

[0023] Wenigstens ein entsprechender Sensor 5 kann zum Beispiel am Ausleger 2 vorgesehen sein oder alternativ oder zusätzlich dazu an weiteren Komponenten wie dem Turm des Turmkran 1 vorgesehen sein. Die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 kann die von dem Sensor 5 oder von den Sensoren 5 erfassten Werte erfassen und auf deren Grundlage bestimmen, wie der Auslegerantrieb 3 anzusteuern ist, damit sich möglichst kein Schrägzug einstellt.

[0024] Um die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4, die beispielsweise als Teil des Turmkran 1 ausgebildet sein kann, entsprechend zur Steuerung des Auslegerantriebs 3 einzustellen, kann mittels des Turmkran 1 ein bekanntes Prüfungsgewicht angehoben werden, wobei die erfassten Sensorwerte entsprechend hinterlegt werden können. Dies kann bei unterschiedlichen Auslegerwinkeln bzw. Ausladungen des Turmkran 1 durchgeführt werden. Eine entsprechend erstellte Wertetabelle mit den erfassten Sensorwerten, dem Prüfungsgewicht und/oder den entsprechenden Auslegerwinkeln bzw. Ausladungen kann im Betrieb des Kran 1 zur Kompensation des Schrägzugs herangezogen werden.

[0025] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung der Wirkstruktur bei der Nutzung eines Turmkran 1 mit erfindungsgemäßer Vorrichtung. Hierbei werden zunächst eine oder mehrere Bezugsgrößen ermittelt, die in einem eindeutigen Zusammenhang zur Verformung des Turmkran 1 bzw. des Stahlbaus des Turmkran 1 stehen.

Ebenso kann durch das Zusammenwirken zweier oder mehrerer Sensoren 5 eine insbesondere rechnerische Größe generiert bzw. erfasst werden. Hierbei können die folgenden Sensoren in beliebiger Kombination und Anzahl verwendet werden: Lastmomentsensoren, Neigungssensoren im Turm und/oder Ausleger 2 des Turmkran 1, Kraftsensoren bzw. eine Messachse oder ein Zugkraftsensor im Hubseilstrang, Ausladungssensoren, Kraftsensoren in der Abspannung, im Abspannseil, in Nackenseil und/oder im Einziehseil, GPS-Sensoren, optische Sensoren wie beispielsweise eine Kamera, Kraftsensoren und/oder Dehnungssensoren und/oder Längengeber im Stahlbau des Kran 1, Kraftsensoren und/oder hydrostatische Drucksensoren in der Abstützung des Turmkran 1, Drucksensoren in einem Verstellzylinder des Turmkran 1, und/oder Absolutwertgeber auf einer Seiltrommel bzw. Winde.

[0026] Mit einer Übertragungsfunktion kann aus der ermittelten Bezugsgröße bzw. aus den ermittelten Bezugsgrößen die Verformung des Turmkran 1 generiert bzw. bestimmt werden. Die Übertragungsfunktion kann zum Beispiel mit einem rechnerischen Zusammenhang oder einem Kennfeld abgebildet werden. Die Verformung kann zum Beispiel einer Ausladungsverschiebung und/oder einer Winkeländerung von Turm und/oder Ausleger 2 entsprechen. Je nach Krantyp können hier unterschiedliche Krankonfigurationen bzw. Turm-/Auslegerkonfigurationen oder Hubseileinscherungen berücksichtigt werden.

[0027] Es bestehen die folgenden Möglichkeiten für die Ermittlung der Übertragungsfunktion:

- Die Übertragungsfunktion kann fest in einer Steuerung bzw. in der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 hinterlegt sein. Vorliegend können die Begriffe der Steuerung und der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 synonym verwendet werden.
- Die Übertragungsfunktion oder die Übertragungsfunktionen können vom Kranhersteller einmalig, zum Beispiel durch Messungen und/oder durch Berechnungen ermittelt und dann fest in der Steuerung bzw. Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 hinterlegt werden.
- Die Übertragungsfunktion kann durch Referenzmessung bzw. durch Skalieren bestimmt sein. Bei einer oder mehreren Messungen können die Bezugsgröße bzw. die Bezugsgrößen und zusätzlich die Verformung gemessen werden, um deren Zusammenhang zu ermitteln.
- Die Übertragungsfunktion kann durch Kombination aus Rechnung und Referenzmessung bestimmt werden. Der Zusammenhang zwischen Bezugsgröße und Ausladungsverschiebung kann in der Kransteuerung hinterlegt sein, kann aber zudem durch eine Referenzmessung überprüft und/oder ange-

passt werden.

- Die Übertragungsfunktion kann durch deren Berechnung in der Steuerung bzw. Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 ermittelt werden.
- Die Übertragungsfunktion kann an die Steuerung bzw. Steuerungs-/Regelungsvorrichtung 4 über beispielsweise UMTS, LTE, 4G und/oder 5G gesendet werden. Schließlich kann gemäß dem gezeigten Wirkprinzip die nun bekannte Verformung des Turmkranes und damit der Schrägzug angezeigt und korrigiert bzw. ausgeglichen werden.
- Bei der Anzeige der Verformung wird die Verformung lediglich visualisiert, z.B. auf einem Display. Der Bediener hat damit die Möglichkeit, selber die Korrektur beispielsweise über eine manuelle Steuereinrichtung vorzunehmen.
- Bei einer automatischen Korrektur kompensiert die Kransteuerung die Ausladungsverschiebung vollautomatisch. Dieser Modus könnte entweder dauerhaft aktiv sein oder vom Bediener nach Bedarf z.B. über einen Wahlschalter und/oder eine Displayeingabe aktiviert werden.
- Die Korrekturbewegung kann auch vom Bediener über einen Taster, einen Steuerhebel und/oder über eine Displayeingabe gesteuert werden. Die Fahrbewegung zum Ausgleich des Schrägzugs wird damit bewusst vom Bediener vorgegeben.

[0028] Die Verformung des Turmkranes 1 kann beispielsweise unter Nutzung eines Nutzlastsensors und eines Ausladungssensors gemessen werden.

[0029] In einem ersten Ansatz können im Turmkran 1 die entsprechenden Sensoren 5 zum Messen der Nutzlast und der Ausladung installiert sein. Aus diesen zwei Sensoren 5 wird in der Kransteuerung rechnerisch das Lastmoment ermittelt, welches in diesem Fall die Bezugsgröße darstellt. Ebenso denkbar ist, dass zusätzlich zum Lastmoment die Ausladung eine zweite Bezugsgröße ist. Dies hängt im Wesentlichen vom Kранаufbau und den dadurch bedingten statischen Zusammenhängen ab.

[0030] Der Schrägzug kann dann durch eine Referenzmessung bzw. durch Skalieren ermittelt werden. Nach der Montage des Turmkranes 1 kann mit einer Referenzmessung der Zusammenhang zwischen der Bezugsgröße "Lastmoment" und der Ausladungsverschiebung ermittelt werden. Die Ausladungsverschiebung kann hierbei der Verformung des Stahlbaus des Turmkranes 1 entsprechen. Hierfür wird eine bekannte Nutzlast bei einer bekannten Ausladung angehoben und die durch das Anheben resultierende Ausladungsvergrößerung gemessen. Die Ausladungsverschiebung Δs ergibt sich hierbei aus der folgenden Gleichung:

$$\Delta s = s_{\text{real}} - s_{\text{Ausladungssensor}}$$

[0031] Figuren 4a - 4c verdeutlichen diesen Zusammenhang. Figur 4a zeigt dabei einen Turmkran mit am Boden abgelegter Last, wobei der Kran nicht durch die Last belastet ist. Figur 4b zeigt einen Turmkran, bei dem die von ihm zu hebende Last zwar noch auf dem Boden aufliegt, jedoch den Turmkran bereits mit einem Teil ihrer Gewichtskraft beaufschlagt. In diesem Zustand wird eine Horizontalbewegung des Turmkranes 1 bzw. des Oberkranes bewirkt. Figur 4c zeigt den Turmkran von Figur 4b im Moment des Anhebens der Last vom Boden, wobei die gemessene Ausladungsvergrößerung Δs in den Figuren 4b und 4c gezeigt ist.

[0032] In diesem Beispiel wird von einem linearen Zusammenhang zwischen Lastmoment und Ausladungsverschiebung ausgegangen, der in Figur 5 gezeigt ist. Ebenso denkbar wären nichtlineare Zusammenhänge. Der oben ermittelte Zusammenhang wird in der Kransteuerung 4 abgespeichert.

[0033] Der Kranführer kann an einem Display die automatische Korrektur des Schrägzugs aktivieren, um einen unerwünschten Schrägzug auszugleichen. Beim Anheben einer Last wird dann aus der Nutzlast und der Ausladung insbesondere online das Lastmoment berechnet. Dabei wird automatisch die Ausladung mit der Laufkatze 7 um die entsprechend ermittelte Ausladungsverschiebung korrigiert.

$$s^* = s - s_{\text{cor}}$$

[0034] Da sich der Turmkran 1 vor dem Abheben der Last 6 zunächst verformt und diese Verformung gleichzeitig oder zeitversetzt kompensiert wird, liegt zum Zeitpunkt des Abhebens der Last 6 vom Boden kein Schrägzug mehr vor. Diese Situation ist in Figur 6 und in den Figuren 2a bis 2c gezeigt.

[0035] Wird die Erfindung im Zusammenhang mit einem mobilen Turmkran mit Verstellausleger genutzt, so kommt auch ein anderes Wirkprinzip in Frage. So ist es denkbar, dass die Verformung des Stahlbaus durch Neigungssensoren im Ausleger und Absolutwertgeber der Abspannwinde 9 gemessen wird. Der Schrägzug kann in dieser Situation mittels einer Übertragungsfunktion ermittelt werden, die fest in der Steuerung hinterlegt sein kann. Das Ausgleichen des Schrägzugs erfolgt dann über entsprechende Korrekturbefehle.

[0036] In diesem Fall wird bei einem mobilen Turmkran mit Verstellausleger die Auslegerneigung mit der Abspannwinde 9 verstellt, welche mit einem Absolutwertgeber ausgeführt ist. Zwischen den Werten des Neigungssensors im Ausleger und des Absolutwertgebers der Abspannwinde 9 besteht ein Zusammenhang. Beim Anhängen einer Nutzlast verändert sich aufgrund der Verformung des Stahlbaus von Turm und Ausleger sowie der Dehnung des Abspannseils die Neigung des Ausle-

gers, der Absolutwertgeber der Abspannwinde bleibt hingegen konstant. Dadurch ändert sich der Zusammenhang zwischen Auslegerwinkel und Absolutwertgeber. Näheres hierzu ist der Figur 7 entnehmbar.

[0037] Der Zusammenhang zwischen den Messgrößen des Neigungssensors und des Absolutwertgebers der Abspannwinde sind bei unbelastetem Zustand (ohne Nutzlast) in diesem Beispiel fest hinterlegt. Damit wird jedem Wert des Absolutwertgebers ein erwarteter Neigungswinkel zugeordnet. Beim Anheben einer Nutzlast kommt es nun zu einer Abweichung zwischen erwarteter und tatsächlicher Auslegerneigung. Im ersten Ansatz kann diese Abweichung korrigiert werden, indem der Auslegerwinkel mit der Abspannwinde 9 wieder auf den ursprünglichen Wert korrigiert wird. Hierbei wird jedoch lediglich der Biegewinkel von Turm und Ausleger, nicht jedoch die Durchbiegung des Turms (horizontaler Weg des Oberkrans infolge der Turmbiegung) kompensiert. Näheres ist hierzu Figur 8 entnehmbar.

[0038] In einem zweiten Ansatz kann zusätzlich zur Kompensation des Winkels auch die Durchbiegung des Turms ausgeglichen wird. In diesem Fall muss der Auslegerwinkel bei einer Belastung steiler als ursprünglich eingestellt werden. Näheres hierzu ist Figur 9 entnehmbar.

[0039] Zum Ausgleichen des Schrägzugs wird dem Kranführer an einem Display der Schrägzug visuell dargestellt, eventuell mit akustischem Signal. Mit einem Taster oder einer Eingabe am Touchdisplay kann er dann die Korrekturbewegung bzw. einen Korrekturbefehl zum Verstellen des Auslegers auslösen.

Patentansprüche

1. Turmkran (1) mit einer Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei einem Turmkran (1) mit wenigstens einem Ausleger (2), wenigstens einem Auslegerantrieb (3) zum Verstellen eines Winkels und/oder einer Länge des Auslegers (2) und/oder zum Verfahren einer Laufkatze (7), mit wenigstens einem Sensor (5) zur Erfassung des Winkels des Auslegers (2) und/oder der Verformung wenigstens eines Teils des Turmkrans (1) und mit wenigstens einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) zur Steuerung des Auslegerantriebs (3), wobei beim Anheben und/oder Absetzen einer Last (6) durch den Turmkran (1) der erfasste Sensorwert mittels der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) und des Auslegerantriebs (3) konstant gehalten ist.
2. Turmkran (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslegerantrieb (3) wenigstens eine Einziehwinde (8) oder Abspannwinde (9) ist.
3. Turmkran (1) nach Anspruch 1, dass der Auslegerantrieb (3) eine hydraulische Kolben-Zylinder-Vorrichtung ist.

4. Turmkran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (5) ein Neigungssensor, ein optischer Sensor, ein Längengeber zur Messung von Verformungen, ein GPS-Sensor und/oder ein Seilzugsensor in oder an einer Abspannung des Turmkrans (1) ist.
5. Turmkran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) den Auslegerantrieb (3) auf Grundlage eines aus mehreren Sensorwerten berechneten Bezugswerts ansteuert.
6. Turmkran (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bezugswert das aus der Ausladung des Turmkrans (1) und dem Gewicht der Last (6) oder den Abstützkräften berechnete Lastmoment ist.
7. Turmkran (1) wenigstens nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Sensorwert und/oder Bezugswert zur Ausladungsverschiebung aufgrund der Verformung des Turmkrans (1) mit einem Prüfgewicht skaliert oder bestimmt und/oder rechnerisch ermittelt ist.

Claims

1. Tower crane (1) comprising a device for compensation of diagonal pull in a tower crane (1) comprising at least one boom (2), at least one boom drive (3) for adjusting an angle and/or a length of the boom (2) and/or for displacing a trolley (7), comprising at least one sensor (5) for recording the angle of the boom (2) and/or the deformation of at least a portion of the tower crane (1), and comprising at least one control/regulating device (4) for controlling the boom drive (3), wherein the recorded sensor value is kept constant by means of the control/regulating device (4) and the boom drive (3) during raising and/or lowering of a load (6) by the tower crane (1).
2. Tower crane (1) according to claim 1, **characterised in that** the boom drive (3) is at least one retracting winch (8) or guying winch (9).
3. Tower crane (1) according to claim 1, **characterised in that** the boom drive (3) is a hydraulic piston-cylinder apparatus.
4. Tower crane (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the sensor (5) is a tilt sensor, an optical sensor, a length sensor for measuring deformations, a GPS sensor, and/or a cable sensor in or on a guy of the tower crane (1).
5. Tower crane (1) according to any of the preceding

claims, **characterised in that** the control/regulating device (4) actuates the boom drive (3) on the basis of a reference value calculated from a plurality of sensor values.

6. Tower crane (1) according to claim 5, **characterised in that** the reference value is the load torque calculated from the outreach of the tower crane (1) and the weight of the load (6) or the supporting forces.
7. Tower crane (1) at least according to claim 5, **characterised in that** the ratio of the sensor value and/or reference value to the outreach shift on account of the deformation of the tower crane (1) is scaled or determined and/or calculated mathematically using a test weight.

teur.

- 5 6. Grue à tour (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la valeur de référence est le couple de charge calculé à partir de la portée de la grue à tour (1) et du poids de la charge (6) ou des forces de soutien.
- 10 7. Grue à tour (1) au moins selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le rapport de la valeur de capteur et/ou la valeur de référence par rapport au décalage de portée est mis à l'échelle ou défini et/ou déterminé par calcul avec un poids de contrôle en raison de la déformation de la grue à tour (1).
- 15

Revendications

- 20 1. Grue à tour (1) avec un dispositif pour la compensation de traction oblique dans une grue à tour (1) avec au moins une flèche (2), au moins un entraînement de flèche (3) pour ajuster un angle et/ou une longueur de la flèche (2) et/ou pour déplacer un chariot roulant (7), avec au moins un capteur (5) pour détecter l'angle de la flèche (2) et/ou la déformation d'au moins une partie de la grue à tour (1) et avec au moins un dispositif de commande/de régulation (4) pour commander l'entraînement de flèche (3), dans lequel lors du soulèvement et/ou de l'abaissement d'une charge (6) par la grue à tour (1), la valeur de capteur détectée est maintenue constante au moyen du dispositif de commande/régulation (4) et de l'entraînement de flèche (3).
- 25 30 35 40 2. Grue à tour (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'entraînement de flèche (3) est au moins un treuil de rétraction (8) ou un treuil de mise en tension (9).
- 45 3. Grue à tour (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'entraînement de flèche (3) est un dispositif à piston-cylindre hydraulique.
- 50 55 4. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le capteur (5) est un capteur d'inclinaison, un capteur optique, une sonde de longueurs pour mesurer des déformations, un capteur GPS et/ou un capteur de traction de câble dans ou sur un haubanage de la grue à tour (1).
5. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande/régulation (4) pilote l'entraînement de flèche (3) sur la base d'une valeur de référence calculée à partir de plusieurs valeurs de cap-

Fig. 1a

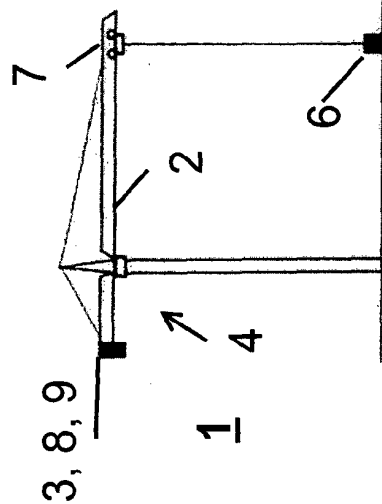


Fig. 1b

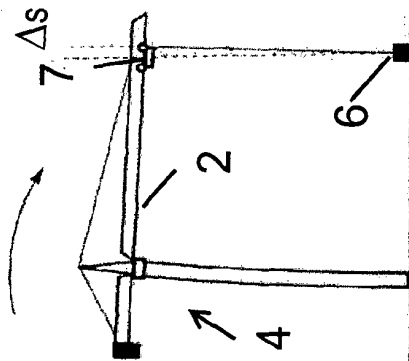


Fig. 1c

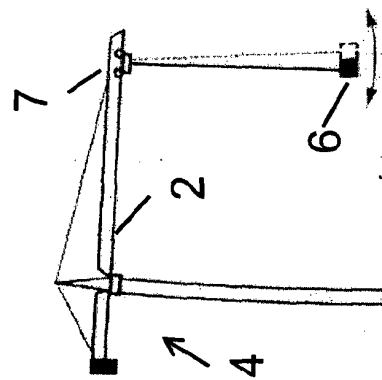


Fig. 2a

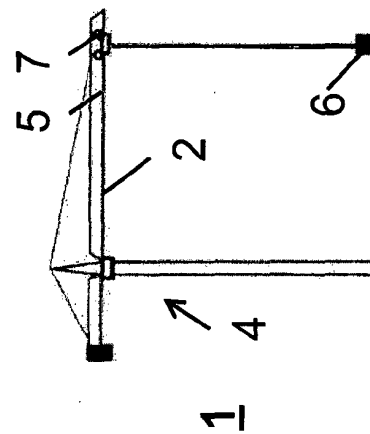


Fig. 2b

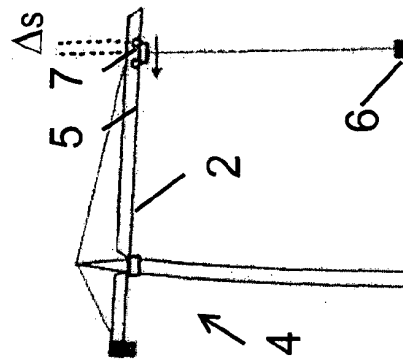
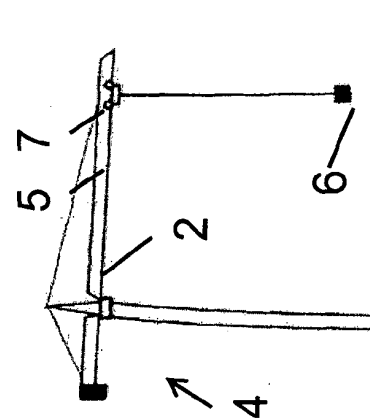


Fig. 2c



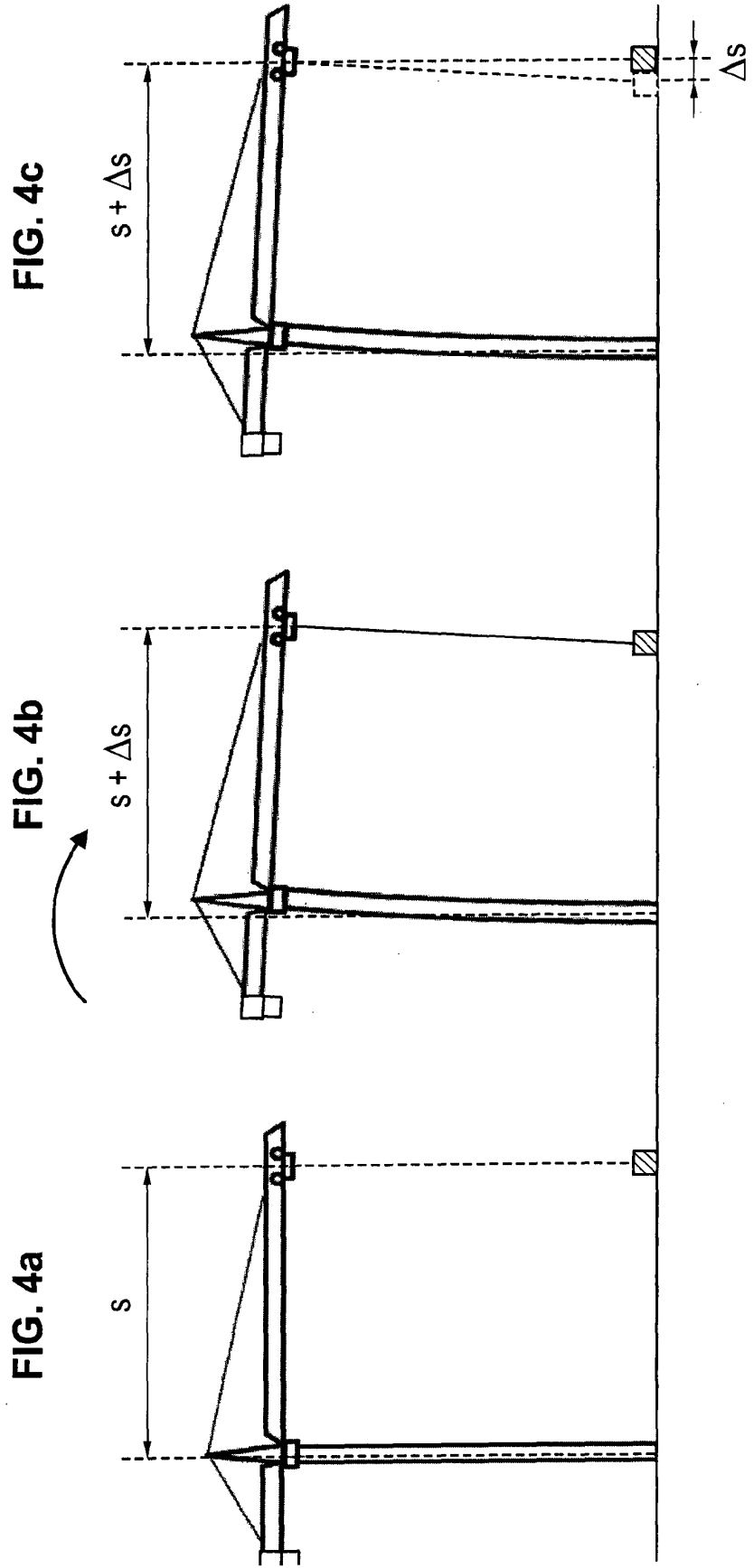
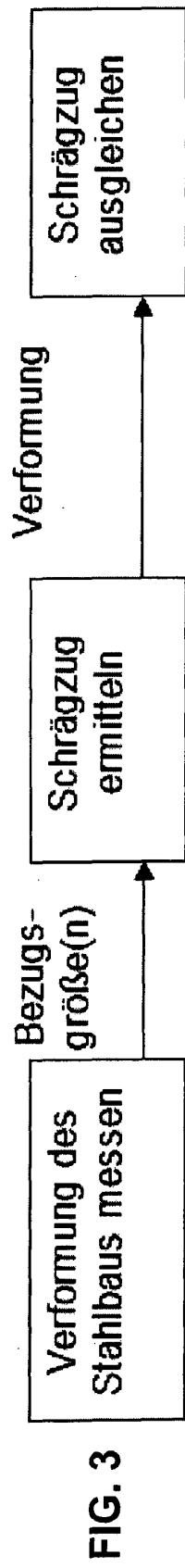


Fig. 5

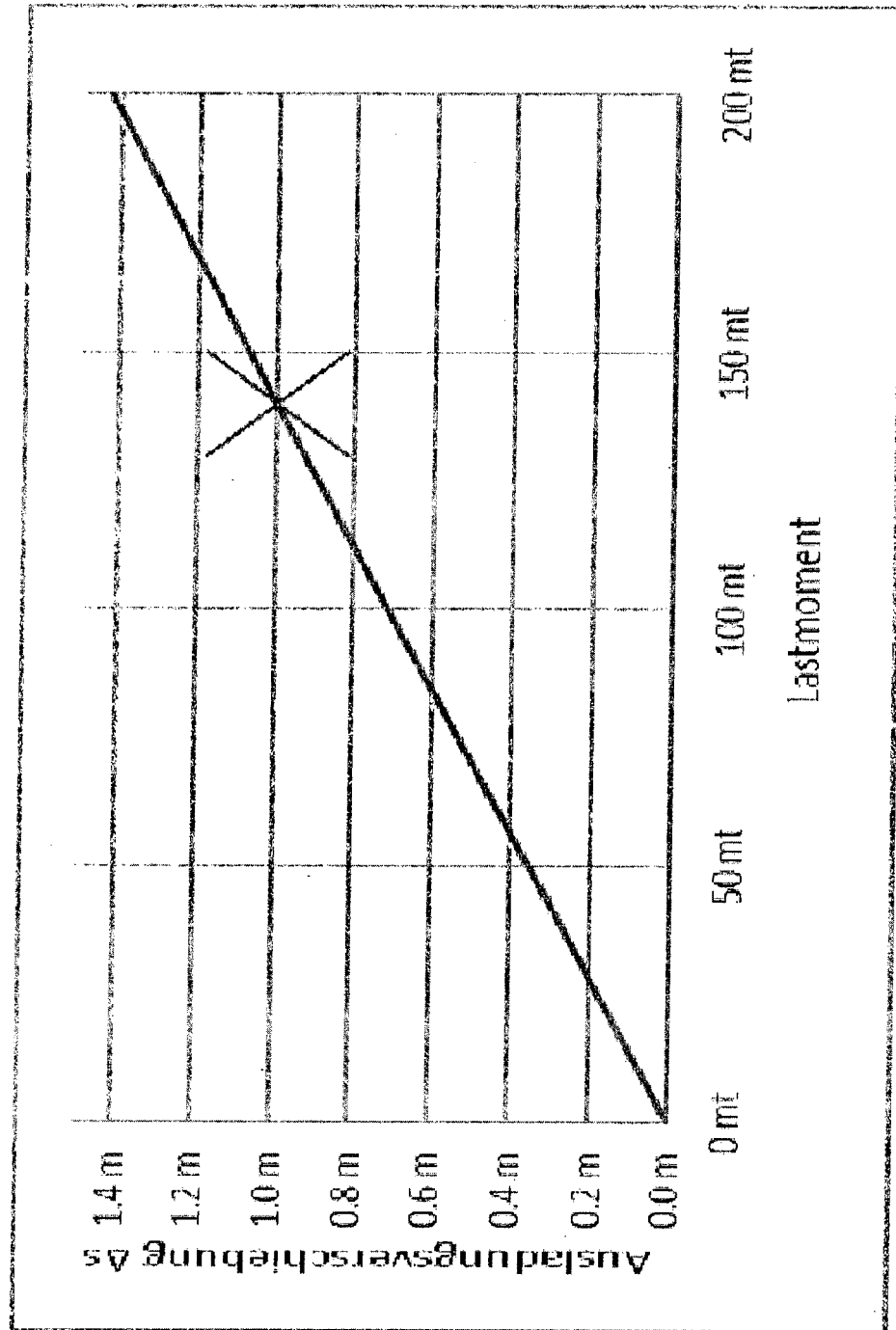


Fig. 6

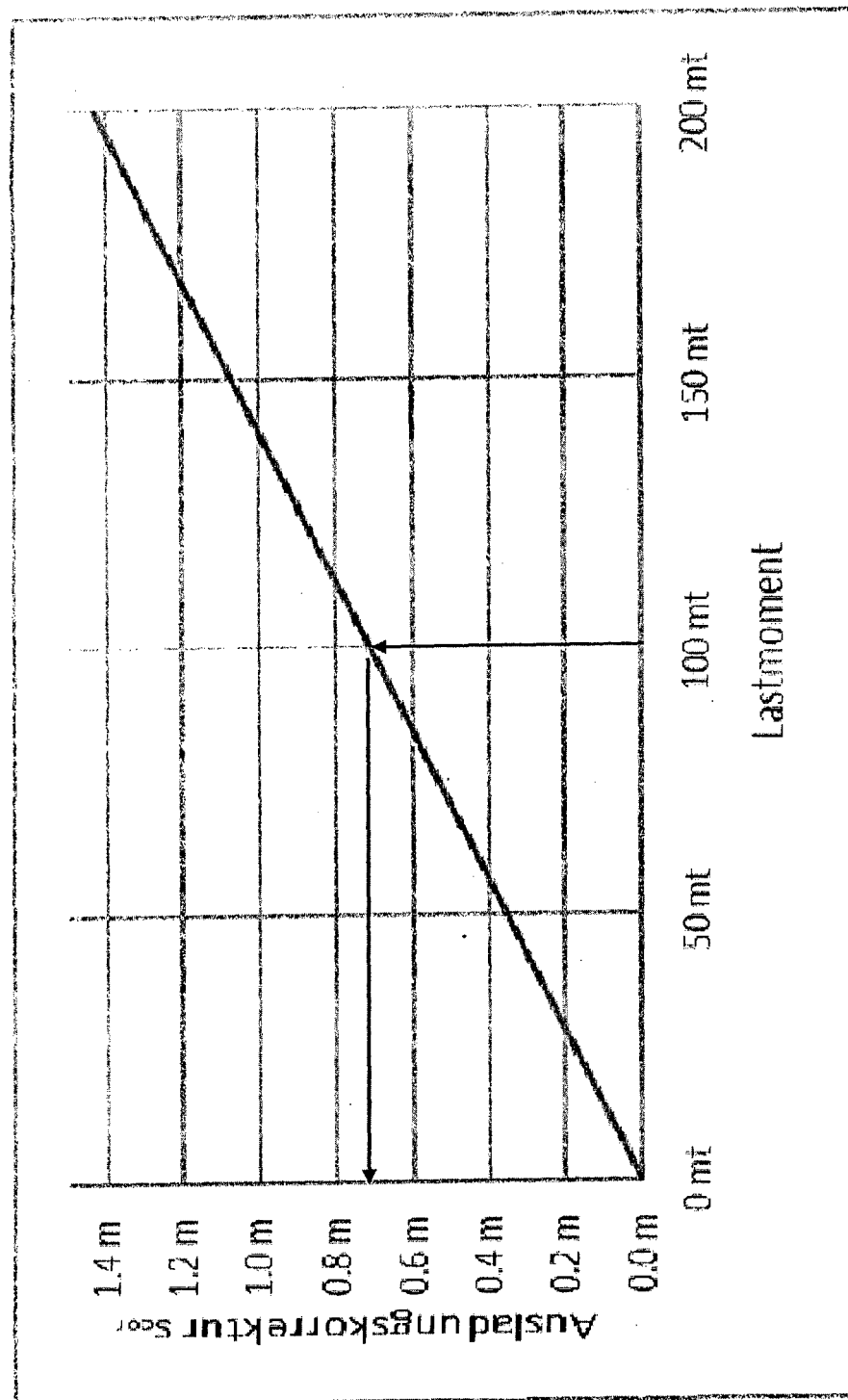


Fig. 7

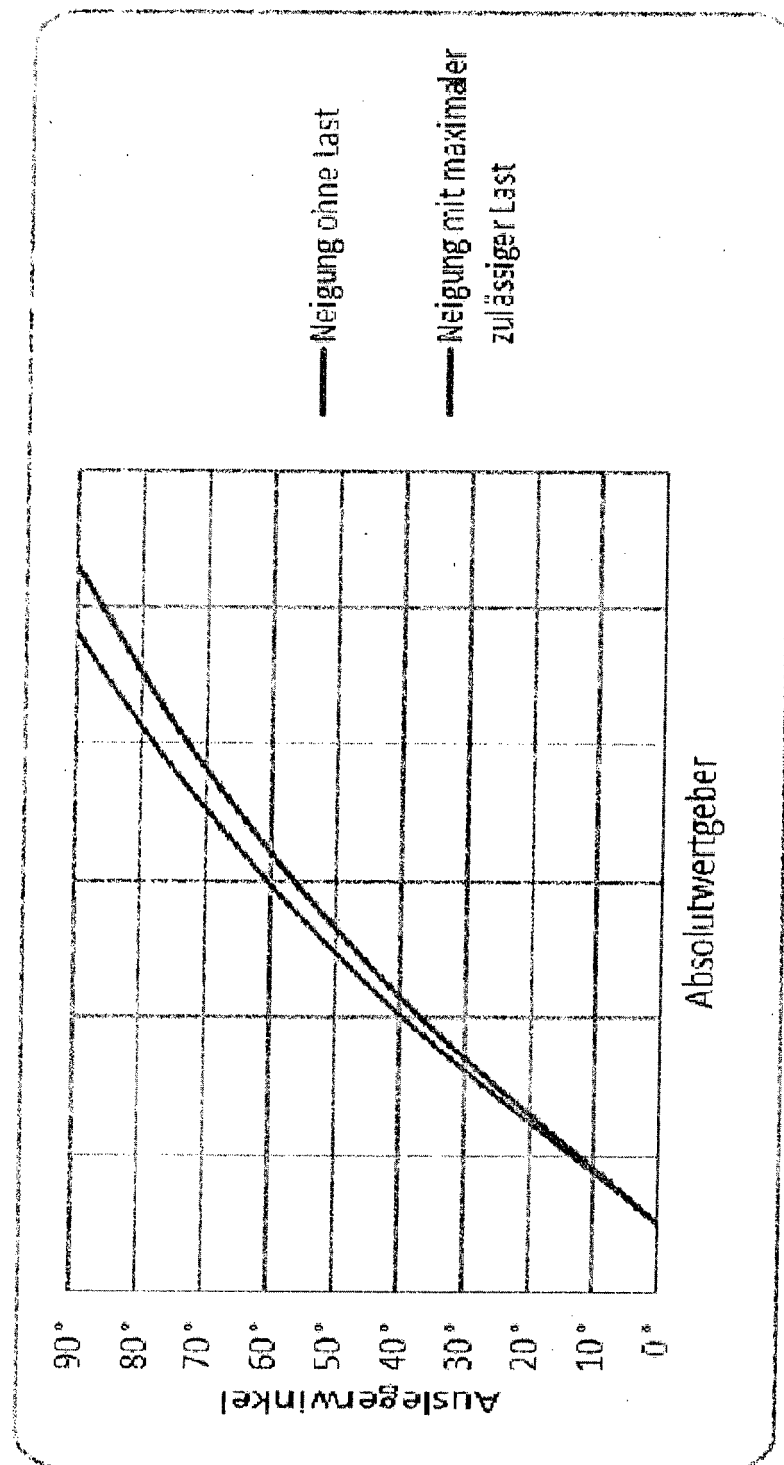


Fig. 8

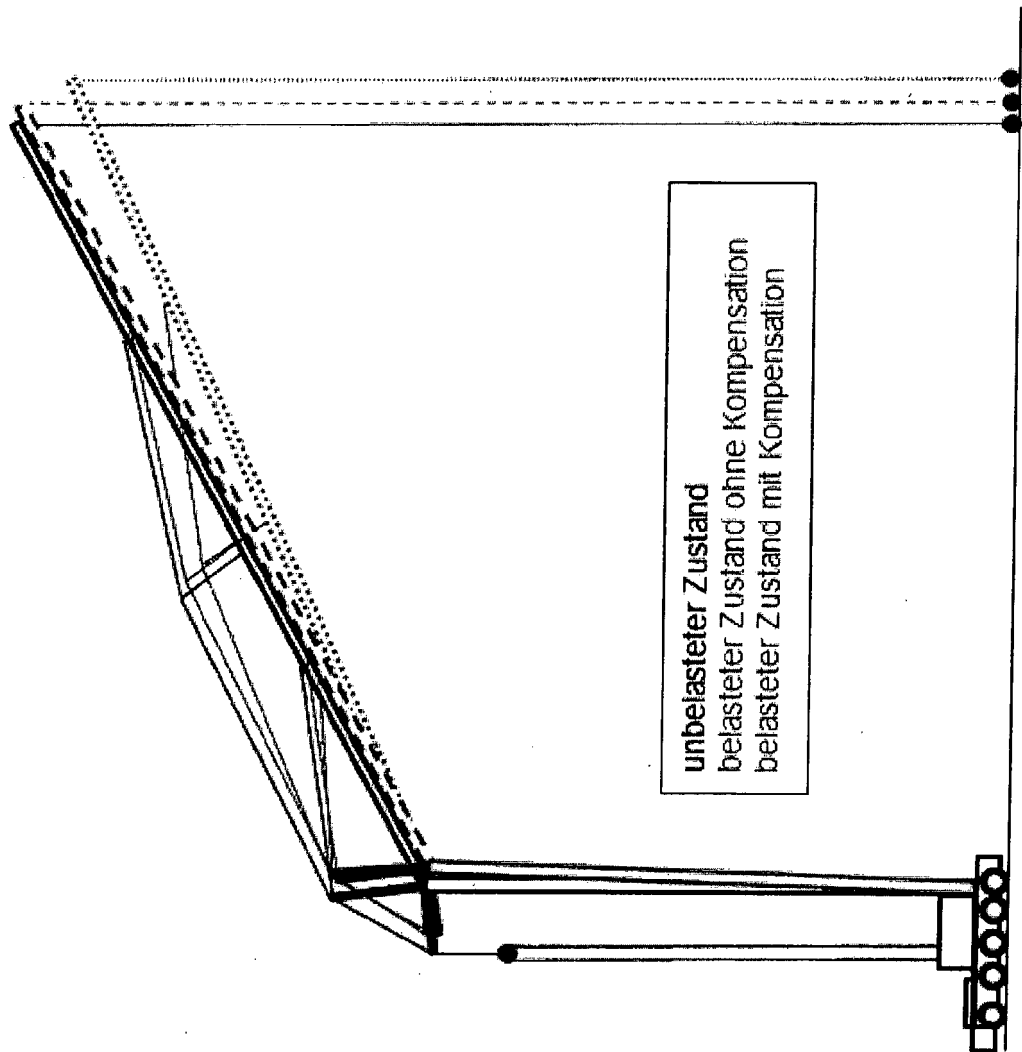
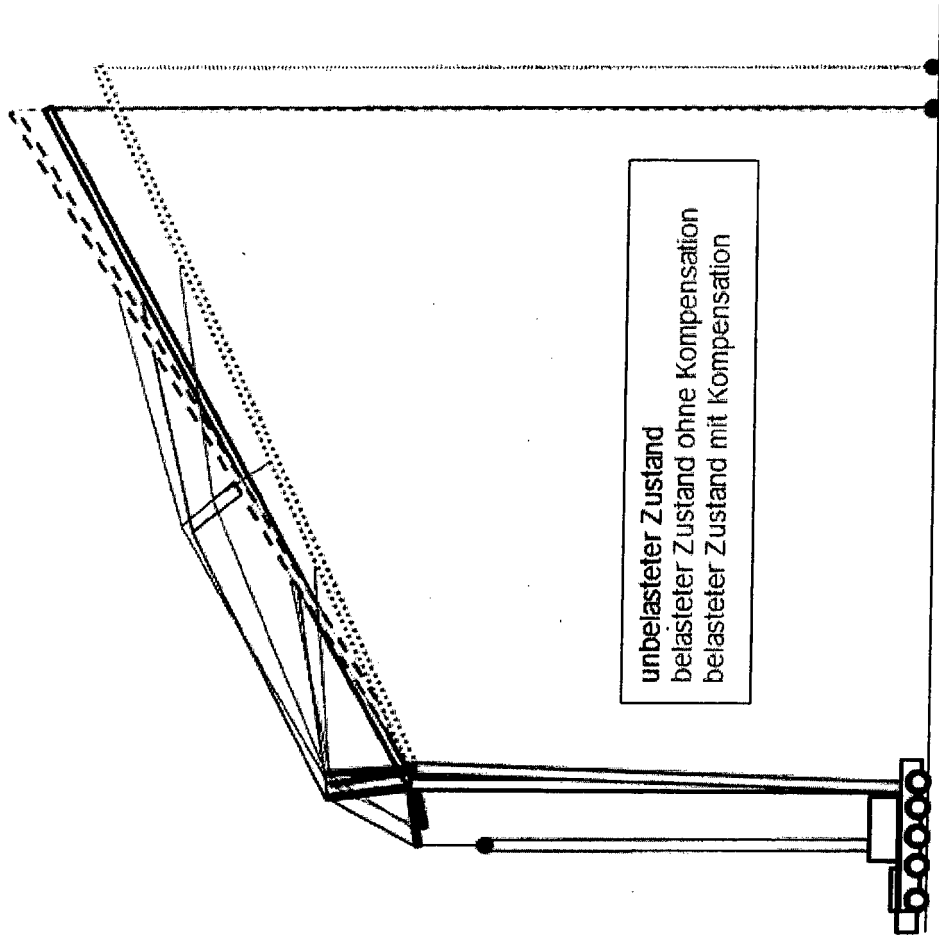


Fig. 9



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

- WO 2016128119 A [0003]