



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2021 Patentblatt 2021/31

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

(21) Anmeldenummer: **21162860.7**

(22) Anmeldetag: **09.11.2017**

(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

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
17803779.2 / 3 532 425

(71) Anmelder: **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)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 16-03-2021 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VORRICHTUNG ZUR KOMPENSATION VON SCHRÄGZUG BEI KRANEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kran mit einer Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei dem Kran mit wenigstens einem Ausleger, wenigstens einem Auslegerantrieb zum Verstellen eines Winkels und/oder einer Länge des Auslegers und/oder zum Verfahren einer Laufkatze, mit wenigstens einem Sensor Erfassung des Winkels des Auslegers und/oder der Verformung wenigstens eines Teils des Krans und mit wenigstens einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung zur Steuerung des

Auslegerantriebs, wobei beim Anheben und/oder Absetzen einer Last durch den Kran der erfasste Sensorwert mittels der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung und des Auslegerantriebs konstant gehalten ist, wobei wahlweise ein Modus einstellbar ist, bei dem die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung die Ausladungsverschiebung automatisch korrigiert oder ein Modus, bei dem die Anzeige der Verformung lediglich auf einem Display visualisiert wird.

Fig. 1a

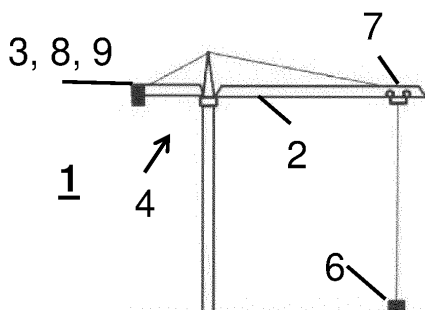


Fig. 1b

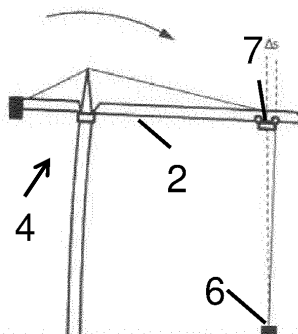
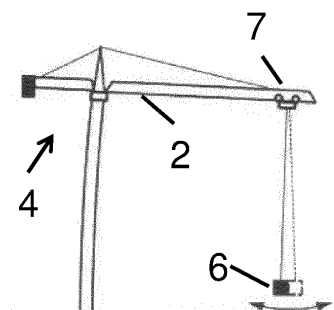


Fig. 1c



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kran mit einer Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei Kranen 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 Krans 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 Krans. 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 Krans dazu führen, dass der Kran zurückfedert und damit abermals ein Schrägzug des Seils bewirkt wird. Dies geht mit möglichen Gefahren, wie dem Entstehen eines Lastpendelns 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 Krans überschritten wird.

[0003] 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.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung bereitzustellen, mittels der die Kompensation des Schrägzugs bei Kranen verbessert bzw. vereinfacht werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Kran mit einer Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei Kranen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausbildungen sind Gegenstand der

Unteransprüche.

[0007] Demnach ist ein Kran mit einer 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 Krans und einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung zur Steuerung des Auslegerantriebs vorgesehen, wobei beim Anheben und/oder Absetzen einer Last durch den Kran der erfasste Sensorwert mittels der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung und des Auslegerantriebs konstant gehalten ist, geschaffen, bei dem wahlweise ein Modus einstellbar ist, bei dem die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung die Ausladungsverschiebung automatisch korrigiert oder ein Modus, bei dem die Anzeige der Verformung lediglich auf einem Display visualisiert wird.

[0008] Vorzugsweise wird bei Auswahl des Modus, bei dem die Anzeige der Verformung auf dem Display visualisiert wird, die notwendige Korrekturbewegung über eine Taste, einen Steuerhebel und/oder über eine Displayeingabe steuerbar gestaltet.

[0009] Bei dem Auslegerantrieb kann es sich beispielsweise um eine Motorwinde zur Veränderung der Abspannung des Krans oder der Position der Laufkatze und/oder um eine hydraulische Zylinderkolbenvorrichtung handeln, mittels der der Ausleger verschwenkt werden kann.

[0010] Somit kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch bei einem Mobilkran angewandt bzw. mit diesem gekoppelt werden und entsprechend zur Reduktion bzw. Verhinderung von Schrägzug bei Mobilkranen genutzt werden.

[0011] 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 Krans 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 Krans kann es sich beispielsweise um die Biegung des Turm oder des Auslegers des Krans handeln. Vorteilhafterweise kann so erfindungsgemäß unter Verwendung von in bekannten Kranen vorgesehenen Sensoren eine Schrägzugkompensation durchgeführt werden.

[0012] 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 Krans gemessenen Wert verringert bzw. minimiert wird. Dabei ist es denkbar, dass die Einziehwinde bzw. die Abspannwinde zur Veränderung der Länge des Auslegers des Krans durch entsprechendes Ein- oder Ausfahren des Auslegers genutzt wird. Hierdurch kann der Schrägzug ebenfalls verringert, allerdings nicht vollständig kompensiert werden, da die Durchbiegung des Turms bzw. des Auslegers nicht kompensiert wird. Alternativ ist auch denkbar, dass der Auslegerantrieb als Zylinderkolbenvorrichtung ausgebildet ist und zum Verschwenken des Auslegers mit diesem gekoppelt ist.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass der wenigstens eine Sensor ein Neigungssensor, ein optischer Sensor, ein Längengeber zur Messung von Verformungen, ein GPS-Sensor und/oder ein Seilzugsensor in oder an einer Abspannung des Krans ist. Demnach ist eine Verwendung von mehr als einem Sensor zur Erfassung der jeweiligen Kranparameter bzw. der geometrischen Ausbildung oder Verformung des Krans einsetzbar. Insbesondere ist es möglich, mehr als einen Sensor zur Erfassung der Ausrichtung bzw. Verformung des Krans kombiniert zu verwenden.

[0014] 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 beispielsweise um das Lastmoment handeln, welches von dem Gewicht der vom Kran gehobenen Last und der entsprechenden Ausladung oder von den auf den Kran einwirkenden Abstützkräften und der Ausladung abgeleitet werden kann.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass das Verhältnis von Sensorwert und/oder Bezugswert zur Ausladungsverschiebung aufgrund der Verformung des Krans mit einem Prüfgewicht skaliert oder bestimmt und/oder rechnerisch ermittelt ist. Zur rechnerischen Ermittlung des Verhältnisses von Sensorwert bzw. Bezugswert zur Ausladungsverschiebung kann die Steifigkeit und der Kranaufbau bzw. die Geometrie des Krans herangezogen werden. Die Erfindung ist ferner auf einen Kran mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 gerichtet.

[0016] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind anhand der in den Figuren beispielhaft gezeigten Ausführungen erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1a: Gattungsgemäßer Kran mit auf dem Untergrund aufliegender Last;
- Figur 1b: Gattungsgemäßer Kran kurz vor dem Anheben einer Last;
- Figur 1c: Gattungsgemäßer Kran kurz nach dem Anheben einer Last;

Figur 2a: Kran mit erfindungsgemäßer Vorrichtung zur Kompensation vom Schrägzug mit auf dem Untergrund aufliegender Last;

Figur 2b: Kran mit erfindungsgemäßer Vorrichtung zur Kompensation vom Schrägzug kurz vor dem Anheben einer Last;

Figur 2c: Kran mit erfindungsgemäßer Vorrichtung zur Kompensation vom Schrägzug kurz nach dem Anheben einer Last;

Figur 3: Wirkstruktur bei der Nutzung eines Krans mit erfindungsgemäßer Vorrichtung;

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

Figur 5: Kennlinie des Lastmoments und der Ausladungsverschiebung eines Krans;

Figur 6: Kennlinie des Lastmoments und der Ausladungsverschiebung eines Krans mit Zeitpunkt des Abhebens einer Last;

Figur 7: Kennlinien der Ausgabewerte eines Absolutwertgebers und des Auslegerwinkels eines Krans 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.

[0017] Figur 1a zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Kran 1 mit einem Ausleger 2, der über keine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug verfügt. Der Kran 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 Kran 1 zumindest von der Last 6 nicht belastet und weist auch daher keine durch die Last 6 bedingten Verformungen auf.

[0018] Mit dem Begriff des Auslegerantriebs 3 kann ein Antrieb zum Bewegen des Auslegers 2 oder auch ein sonstiger am Kran vorgesehener Antrieb gemeint sein, wie beispielsweise eine Einziehwinde 8 oder Abspannwinde 9, mittels der weitere oder andere Krankomponenten bewegt werden können.

[0019] Bei Anheben der Last 6 vom Boden wird entsprechend auch der Kran 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 Oberkrans bzw. insbesondere des Auslegers 2 und einem entsprechenden Schrägzug des Seils, wie Figur 1b zeigt.

[0020] Hebt die Last 6, wie in Figur 1c gezeigt vom Boden ab, so ergibt sich durch die zuvor in Figur 1b gezeigte Horizontalbewegung bzw. Drehbewegung des Oberkrans im Moment des Anhebens der Last 6 eine Schräglage bzw. ein Schrägzug des Seils des Krans 1, was zum Lastpendeln und entsprechend zu einer Ausladungsvergrößerung durch das Lastpendeln führen kann.

[0021] Der in der Figur 2a gezeigte Kran 1 mit erfindungsgemäßer Vorrichtung zur Kompensation des Schrägzugs unterscheidet sich zunächst kaum vom in der Figur 1a gezeigten, aus dem Stand der Technik bekannten Kran 1, wobei in Figuren 1a und 2a jeweils Krane in einem unbelasteten Zustand gezeigt sind. Beginnt allerdings der erfindungsgemäße Kran 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 Krans 1 automatisch reduziert werden, wodurch der Schrägzug entsprechend reduziert und einer Pendelbewegung bei weiterem Anheben der Last 6 vorgebeugt wird. Hebt der Kran 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 Krans 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 Krans 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 Krans 1 ausgebildet sein kann, entsprechend zur Steuerung des Auslegerantriebs 3 einzustellen, kann mittels des Krans 1 ein bekanntes Prüfgewicht angehoben werden, wobei die erfassten Sensorwerte entsprechend hinterlegt werden können. Dies kann bei unterschiedlichen Auslegerwinkeln bzw. Ausladungen des Krans 1 durchgeführt werden. Eine entsprechend erstellte Wertetabelle mit den erfassten Sensorwerten, dem Prüfgewicht und/oder den entsprechenden Auslegerwinkeln bzw. Ausladungen kann im Betrieb des Krans 1 zur Kompensation des Schrägzugs herangezogen werden.

[0025] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung der

Wirkstruktur bei der Nutzung eines Krans 1 mit erfindungsgemäßer Vorrichtung. Hierbei werden zunächst eine oder mehrere Bezugsgrößen ermittelt, die in einem eindeutigen Zusammenhang zur Verformung des Krans 1 bzw. des Stahlbaus des Krans 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 Krans 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 Krans 1, Kraftsensoren und/oder hydrostatische Drucksensoren in der Abstützung des Krans 1, Drucksensoren in einem Verstellzylinder des Krans 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 Krans 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 angepasst 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.

[0028] Schließlich kann gemäß dem gezeigten Wirkprinzip die nun bekannte Verformung des Krans 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.

[0029] Die Verformung des Krans 1 kann beispielsweise unter Nutzung eines Nutzlastsensors und eines Ausladungssensors gemessen werden.

[0030] In einem ersten Ansatz können im Kran 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 Kranaufbau und den dadurch bedingten statischen Zusammenhängen ab.

[0031] Der Schrägzug kann dann durch eine Referenzmessung bzw. durch Skalieren ermittelt werden. Nach der Montage des Krans 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 Krans 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:

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

[0032] Figuren 4a - 4c verdeutlichen diesen Zusammenhang. Figur 4a zeigt dabei einen Kran mit am Boden abgelegter Last, wobei der Kran nicht durch die Last belastet ist. Figur 4b zeigt einen Kran, bei dem die von ihm zu hebende Last zwar noch auf dem Boden aufliegt, jedoch den Kran bereits mit einem Teil ihrer Gewichtskraft beaufschlagt. In diesem Zustand wird eine Horizontalbewegung des Krans 1 bzw. des Oberkrans bewirkt. Figur 4c zeigt den Kran von Figur 4b im Moment des Anhebens der Last vom Boden, wobei die gemessene Ausladungsvergrößerung Δs in den Figuren 4b und 4c gezeigt ist.

[0033] 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.

[0034] 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.

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

[0035] Da sich der Kran 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.

[0036] Wird die Erfindung im Zusammenhang mit einem Mobilkran 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.

[0037] In diesem Fall wird bei einem Mobilkran 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 Auslegers, der Absolutwertgeber der Abspannwinde bleibt hingegen konstant. Dadurch ändert sich der Zusammenhang zwischen Auslegerwinkel und Absolutwertgeber. Näheres hierzu ist der Figur 7 entnehmbar.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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. Kran (1) mit einer Vorrichtung zur Kompensation von Schrägzug bei dem Kran (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 Krans (1) und mit wenigstens einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) zur Steuerung des Auslegerantriebs (3), wobei beim Anheben und/oder Absetzen einer Last (6) durch den Kran (1) der erfasste Sensorwert mittels der Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) und des Auslegerantriebs (3) konstant gehalten ist, wobei wahlweise ein Modus einstellbar ist, bei dem die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) die Ausladungsverschiebung automatisch korrigiert oder

ein Modus, bei dem die Anzeige der Verformung lediglich auf einem Display visualisiert wird.

2. Kran nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Auswahl des Modus, bei dem die Anzeige der Verformung auf dem Display visualisiert wird, die notwendige Korrekturbewegung über eine Taste, einen Steuerhebel und/oder über eine Displayeingabe steuerbar ist.
3. Kran nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslegerantrieb (3) wenigstens eine Einziehwinde (8) oder Abspannwinde (9) ist.
4. Kran nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslegerantrieb (3) eine hydraulische Kolben-Zylinder-Vorrichtung ist.
5. Kran nach einem der vorherigen 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 Krans (1) ist.
6. Kran nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungs-/Regelungsvorrichtung (4) den Auslegerantrieb (3) auf Grundlage eines aus mehreren Sensorwerten berechneten Bezugswerts ansteuert.
7. Kran nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bezugswert das aus der Ausladung des Krans (1) und dem Gewicht der Last (6) oder den Abstützkräften berechnete Lastmoment ist.
8. Kran nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Sensorwert und/oder Bezugswert zur Ausladungsverschiebung aufgrund der Verformung des Krans (1) mit einem Prüfgewicht skaliert oder bestimmt und/oder rechnerisch ermittelt ist.

Fig. 1a

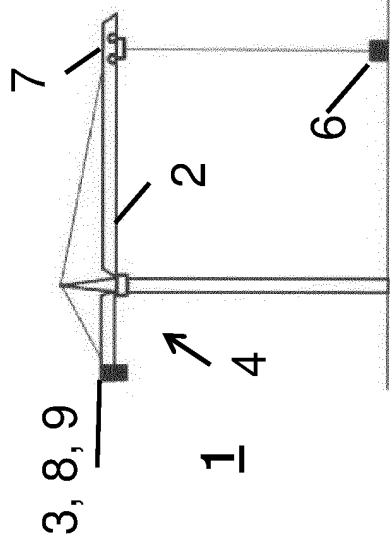


Fig. 1b

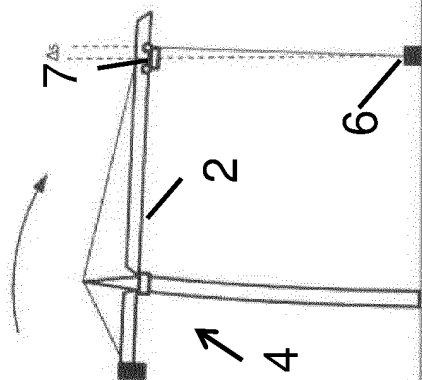


Fig. 1c

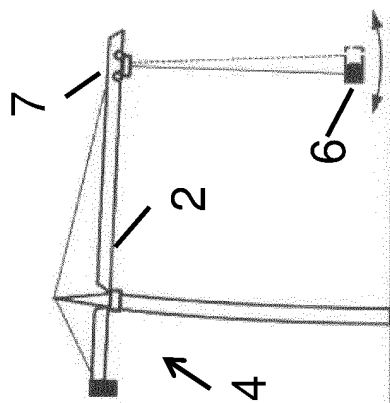


Fig. 2a

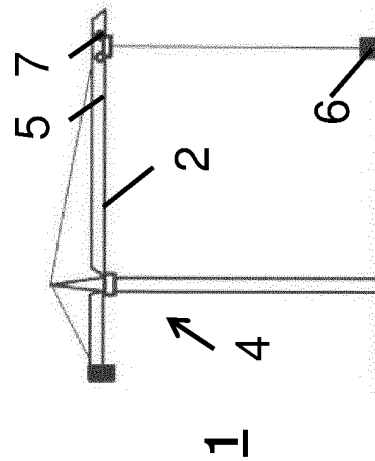


Fig. 2b

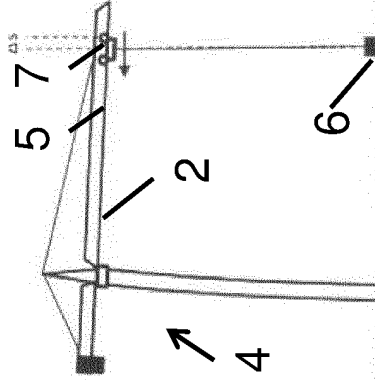
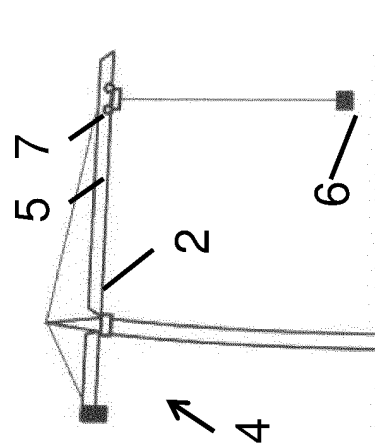


Fig. 2c



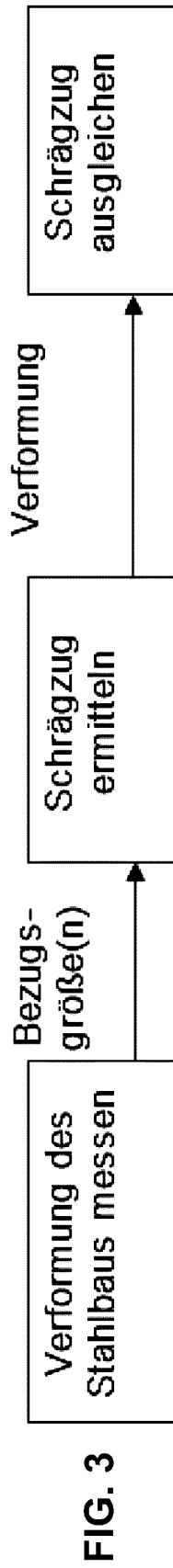


FIG. 4a

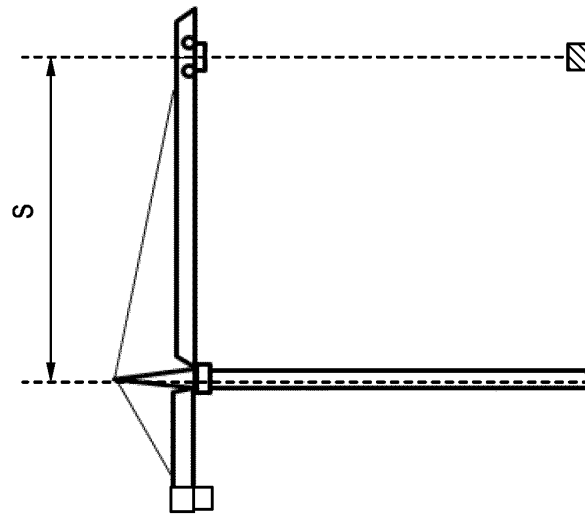


FIG. 4b

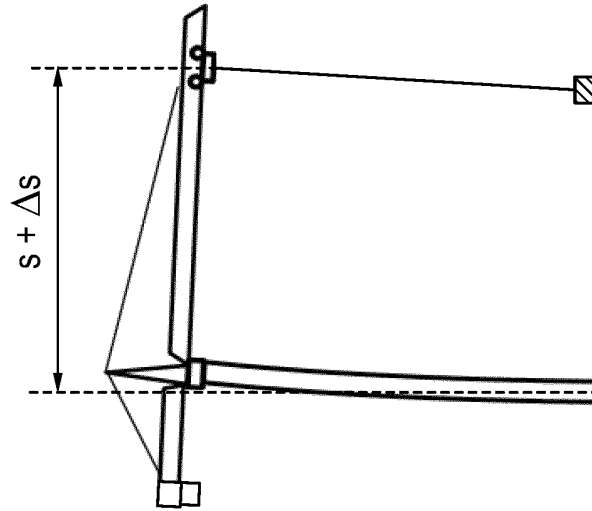


FIG. 4c

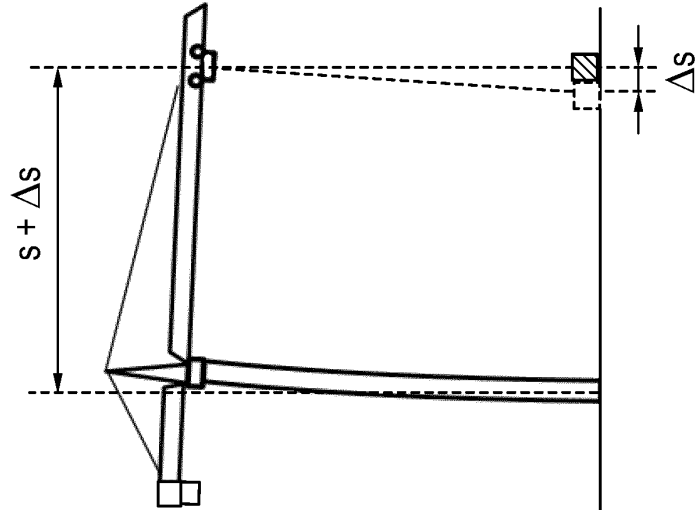


Fig. 5

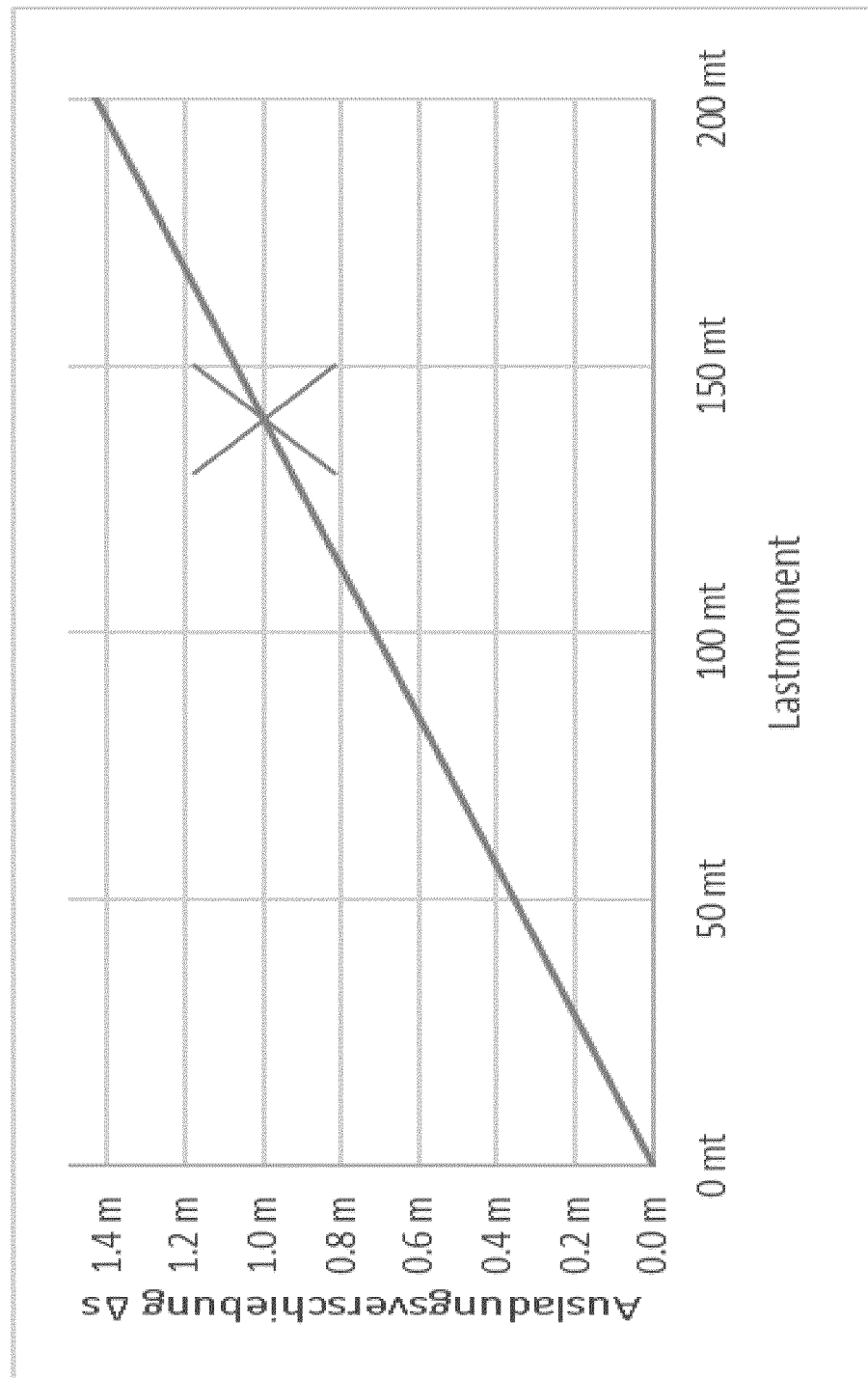


Fig. 6

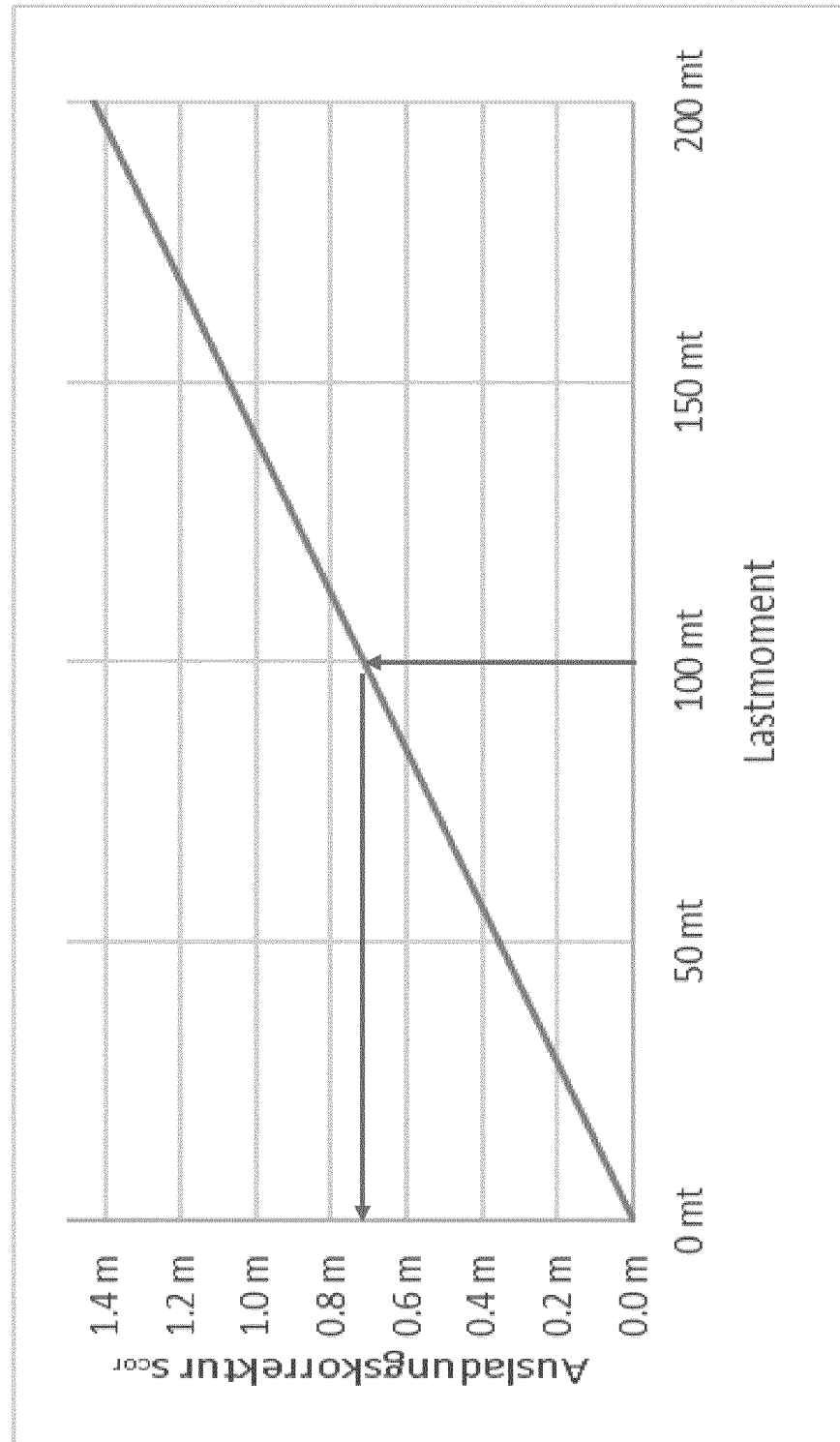


Fig. 7

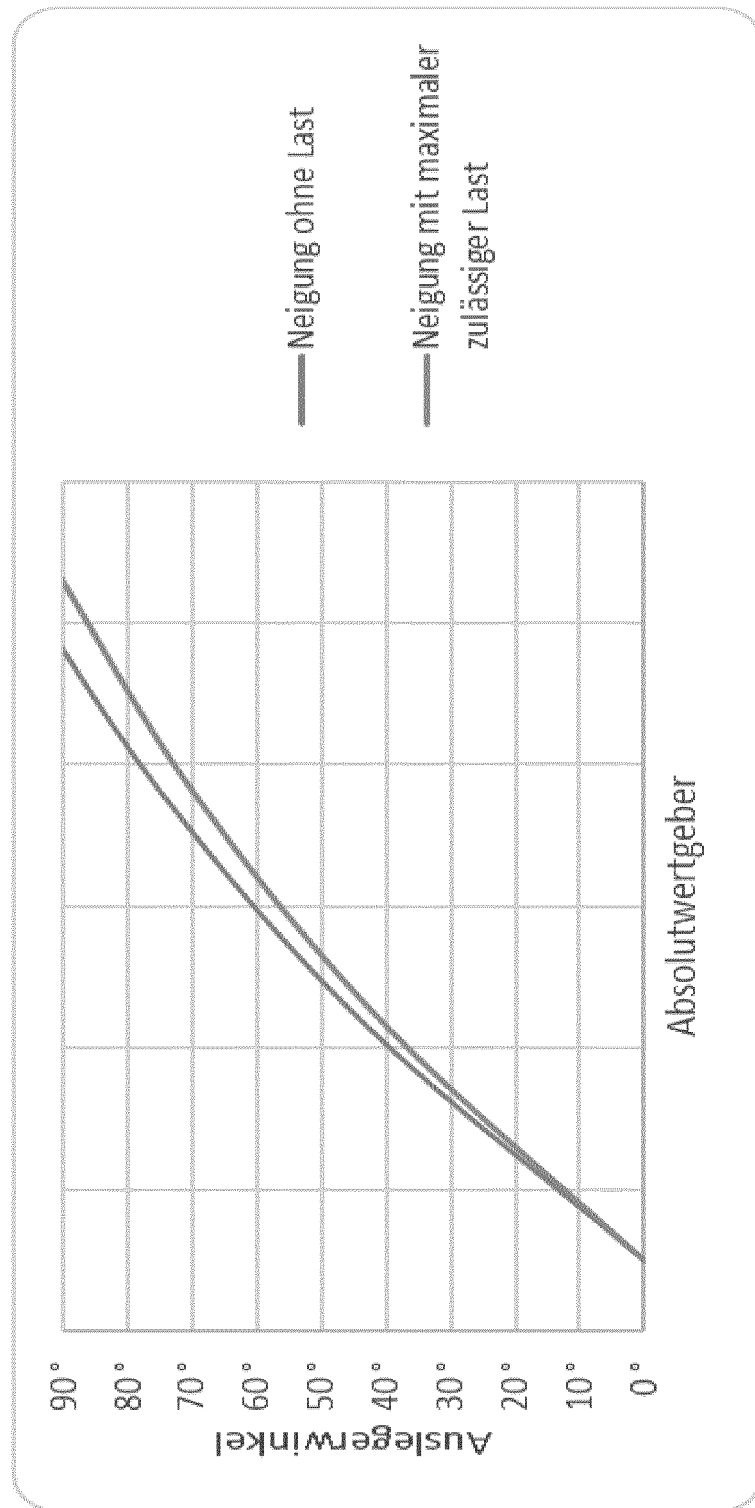


Fig. 8

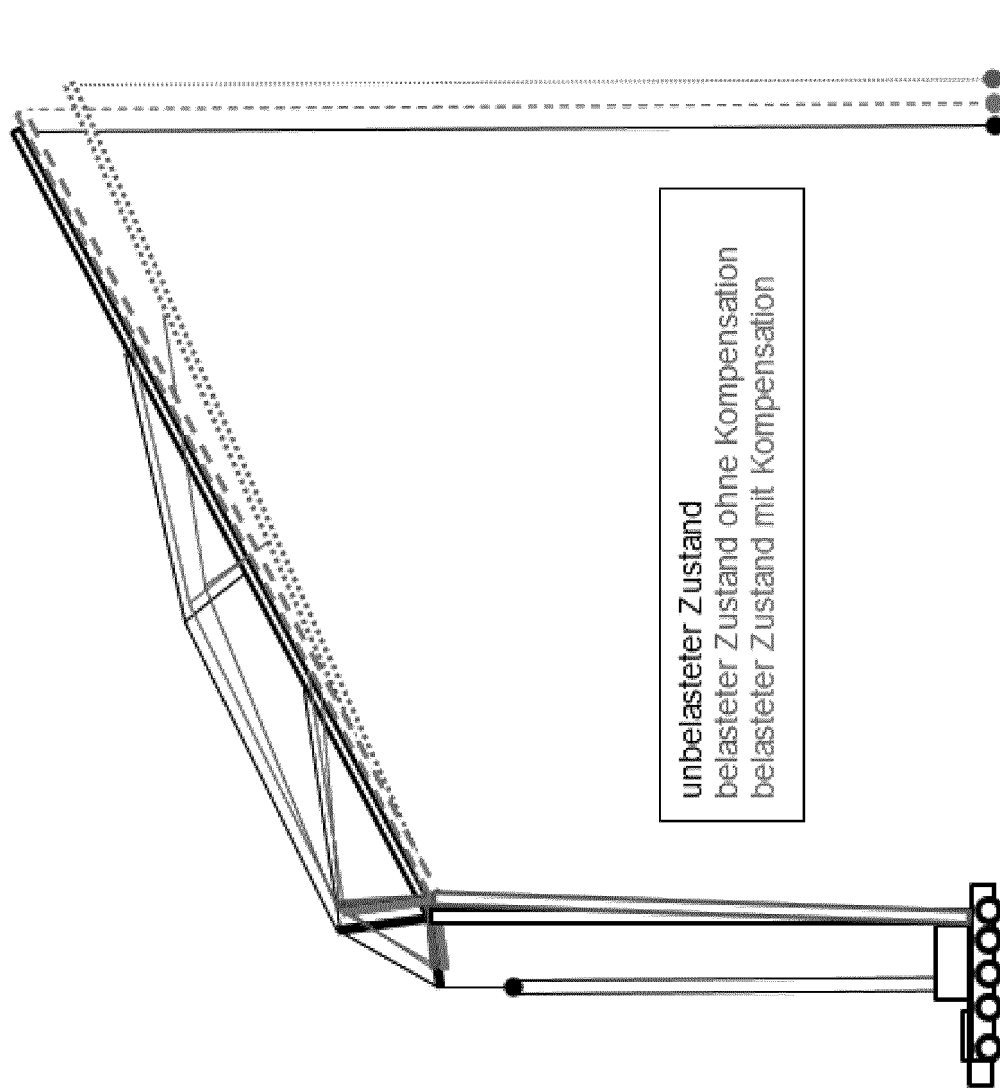
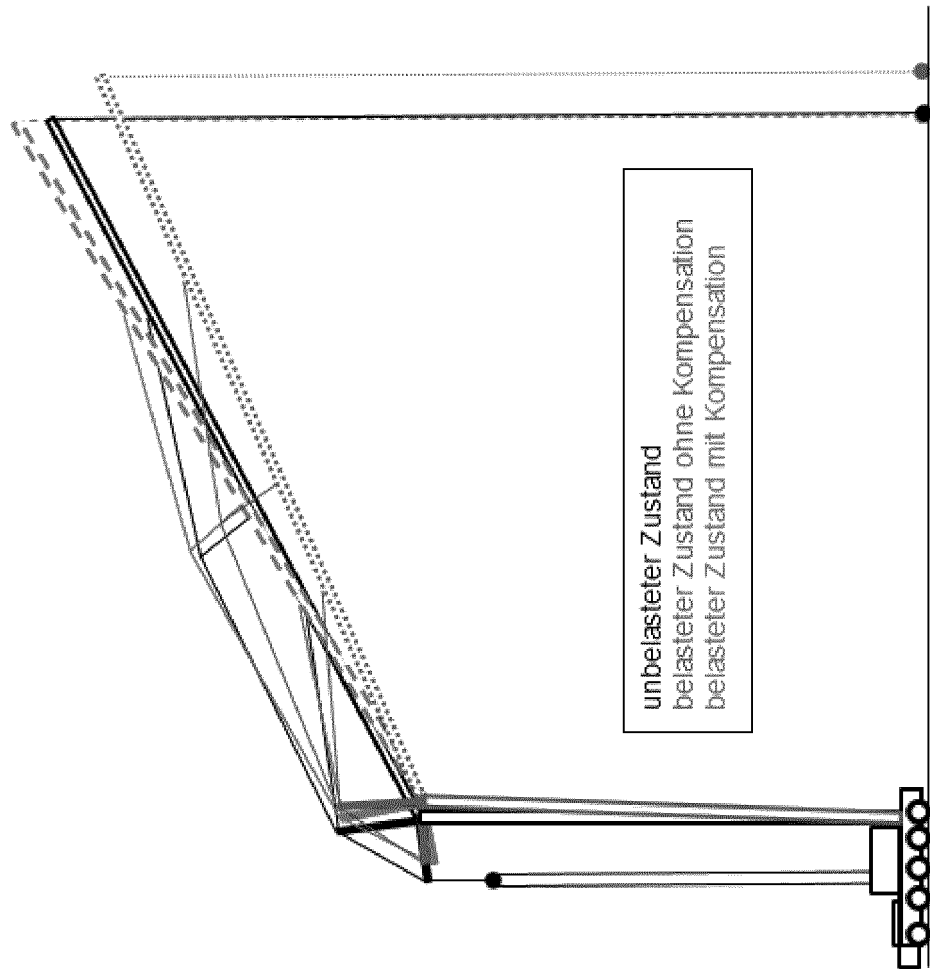


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 16 2860

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H01 167199 A (KOBE STEEL LTD) 30. Juni 1989 (1989-06-30) * das ganze Dokument *	1-8	INV. B66C23/90 B66C13/08 B66C13/46
A	DE 198 42 436 A1 (GROVE US LLC SHADY GROVE [US]) 30. März 2000 (2000-03-30) * Spalte 1, Zeile 4 - Spalte 8, Zeile 9; Abbildungen 1-6 *	1-8	
A	JP H01 256496 A (TADANO TEKKOSHO KK) 12. Oktober 1989 (1989-10-12) * das ganze Dokument *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. Juni 2021	Prüfer Rupcic, Zoran
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 2860

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-06-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H01167199 A	30-06-1989	KEINE	
DE 19842436 A1	30-03-2000	CA 2282004 A1	16-03-2000
		DE 19842436 A1	30-03-2000
		EP 0994065 A1	19-04-2000
		JP 2000191277 A	11-07-2000
JP H01256496 A	12-10-1989	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82