



(10) **DE 10 2013 002 415 B4** 2019.04.25

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 002 415.3**  
(22) Anmeldetag: **11.02.2013**  
(43) Offenlegungstag: **14.08.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **25.04.2019**

(51) Int Cl.: **B66C 23/68 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Liebherr-Werk Ehingen GmbH, 89584 Ehingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Orlean, Andreas, 73252 Lenningen, DE**

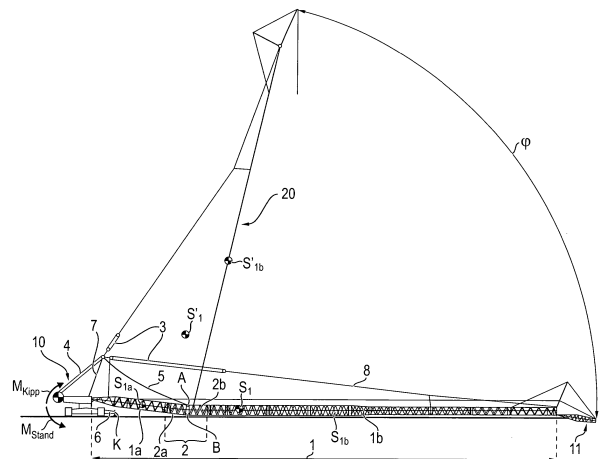
(74) Vertreter:  
**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte  
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538  
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 202 18 971 U1**  
**EP 1 608 581 B1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Aufrichten eines langen Auslegers und Kran**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Aufrichten eines langen zweigeteilten Kranauslegers (1), wobei die Auslegersegmente (1a, 1b) in einem Schwenkpunkt (A) miteinander verbunden sind, wodurch der Ausleger (1) beim Aufrichten abknickbar und in der Endmontagelage in eine gestreckte oder nahezu gestreckte Lage verbringbar ist, mit den Verfahrensschritten:

- Aufrichten des oberen Auslegersegmentes (1b) bis zu einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen, und
- Aufrichten des unteren am Kranwagen (10) angelenkten Auslegersegmentes (1a), wobei gleichzeitig das obere Auslegersegment (1a) in Abhängigkeit der Kranausladung geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das obere Auslegersegment (1b) derart geregelt wird, so dass die Ausladung während des Aufrichtens konstant bleibt bzw. in einem gewissen Toleranzbereich liegt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufrichten eines langen zweigeteilten Kranauslegers sowie einen Kran, insbesondere einen Mobil- oder Raupenkran, mit einem langen Hauptausleger und einer Kransteuerung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

**[0002]** Die Erfindung beschäftigt sich vorwiegend mit Kranen, die einen einteiligen Ausleger bestehend aus einzelnen fest miteinander verbolzten Gitterstücken aufweisen. Für spezielle Anwendungsgebiete werden immer längere Ausleger beim Mobilkran gefordert. So besteht insbesondere beim Errichten von Windkraftanlagen das Problem, dass sehr lange Ausleger aufgerichtet werden müssen. Bei solch langen Auslegern ist ein besonders großes Moment vom Kran während des Aufrichtens des Auslegers aufzunehmen.

**[0003]** Üblicherweise werden derartige Ausleger daher mit einem angebauten Derrickausleger mit angehängtem Derrickballast aufgerichtet. Dies ist jedoch sehr zeitaufwendig und in schwierigem Gelände, in welchem Windkraftanlagen häufig stehen, schwer durchführbar.

**[0004]** Für den Aufrichtvorgang wurden daher bereits diverse Überlegungen angestellt, um den Ausleger zu teilen und dann in zwei Schritten aufrichten zu können. Die DE 202 18 971 U1 schlägt in diesem Zusammenhang vor, den Hauptausleger in ein oberes bzw. unteres Auslegerteil zu unterteilen, wobei dieser über ein spezielles Zwischenstück, das mit einem Kniegelenk und einem Druckklenker versehen ist, zu verbinden. Beim Aufrichten des Hauptauslegers wird zunächst der untere Teil des Hauptauslegers mit Hilfe eines Hilfskrans hochgezogen. Im Anschluss wird der obere Auslegerteil mit Hilfe des Druckklenkers aufgerichtet.

**[0005]** Ein alternatives Verfahren zum Aufrichten eines Kranauslegers ist aus der EP 1 608 581 B1 bekannt. Bei diesem Verfahren ist ein Verstellzylinder im Bereich des Schwenkgelenks der Auslegersegmente vorgesehen, über das obere Auslegersegment bis zu einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen aufgerichtet wird. Im Anschluss wird das untere Auslegersegment über die Verseilung aufgerichtet, wobei der Verstellzylinder derart betätigt wird, so dass der Winkel des oberen Auslegersegmentes gegenüber der Horizontalen konstant bleibt.

**[0006]** Nachteilig an der zuletzt genannten Lösung ist jedoch, dass während des gesamten Aufrichtvorgangs des unteren Auslegersegmentes das obere Auslegersegment gegen ein Rückfallen des Auslegers aufgrund des steilen Aufstellwinkels gesichert werden muss.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, die maximal aufrichtbare Länge von einteiligen Gitterauslegern zu erhöhen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0009]** Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zum Aufrichten eines langen zweigeteilten Kranauslegers vorgeschlagen, wobei die einzelnen Auslegersegmente in einem Schwenkpunkt miteinander verbunden sind, wodurch der Ausleger beim Aufrichten abknickbar und in der Endmontagelage in eine gestreckte oder nahezu gestreckte Lage verbringbar ist. Der Ausleger unterteilt sich in ein unteres Auslegersegment, das am Kranwagen angelenkt ist, und ein oberes Auslegersegment, das sich mittelbar oder unmittelbar an der Spitze des unteren Auslegersegmentes anschliesst und die Spitze des Hauptauslegers bildet.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass zunächst das obere Auslegersegment bis zu einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen aufgerichtet wird. Die Lage des Auslegerschwerpunktes wird hierdurch in Richtung der Kippkante verlagert.

**[0011]** Im Anschluss wird das untere Auslegersegment aufgerichtet, wobei jedoch die Lage des oberen Auslegersegmentes währenddessen in Abhängigkeit der Kranausladung des gesamten Auslegersystems während des Aufrichtvorgangs geregelt wird.

**[0012]** Die Regelung erfolgt derart, so dass die Ausladung konstant bleibt. Für die erfindungsgemäße Wirkung der vorliegenden Erfindung kann es ausreichend sein, wenn die Ausladung während des Aufrichtvorgangs im Wesentlichen konstant bleibt, d. h. die Ausladung sich in einem gewissen Toleranzbereich bewegt. Als Ausgangswert wird die Ausladung nach dem Aufrichten des oberen Auslegersegmentes herangezogen. Abweichungen sind sowohl in negativer als auch in positiver Richtung von diesem Ausgangswert zulässig.

**[0013]** Durch das Nachführen des oberen Auslegersegmentes während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes wird der Winkel des oberen Auslegersegmentes gegenüber der Horizontalen kontinuierlich verringert. Dies hat zur Folge, dass sich der Hebelarm zwischen dem Schwerpunkt des oberen Auslegersegmentes zum Schwenkpunkt zwischen den Auslegersegmenten vergrößert. Folglich nimmt auch das anliegende Moment um diesen Schwenkpunkt zu, wodurch die Gefahr für ein Zurückfallen des oberen Auslegersegmentes in Richtung des Oberwagens fortlaufend abnimmt.

**[0014]** Bei der Ausführung gemäß dem Stand der Technik bleibt der Winkel des oberen Auslegersegmentes gegenüber der Horizontalen konstant, weshalb auch das angreifende Moment im Schwenkpunkt nahezu konstant bleibt. Die Rückfallgefahr des oberen Auslegersegmentes bleibt unverändert hoch. Dies macht aufwendige Schutzmaßnahmen zur Absicherung des oberen Auslegersegmentes unumgänglich. Erschwert wird die Implementierung geeigneter Schutzmaßnahmen durch den variierenden Relativwinkel zwischen den Auslegersegmenten, der eine Längen Anpassung der Schutzeinrichtung notwendig macht. Diese Problematik wird effizient und ohne weitere Einschränkungen durch den erfindungsgemäßen Gegenstand gelöst.

**[0015]** In einer besonders bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Kran während des Aufrichtens des oberen Auslegersegmentes über das untere Auslegersegment abgestützt. Insbesondere wird der Kran über die dem Kranoberwagen abgelegene Spitze des unteren Auslegersegmentes zusätzlich abgestützt. Die zusätzliche Stützkraft des unteren Auslegersegmentes wirkt dem ursprünglichen Kippmoment des Krans entgegen bzw. vergrößert das Standmoment. Die resultierende Sicherheitsreserve ermöglicht die Aufrichtung längerer und/oder schwererer Ausleger bzw. erlaubt ein Aufrichten entsprechender Ausleger mit weniger Gegenballast.

**[0016]** Der vorgenannte Effekt lässt sich durch die optionale Anordnung und Verwendung einer Zusatzabstützung steigern. Bevorzugt verläuft die Zusatzabstützung in Richtung der Auslegerachse und verlagert die Kippkante in Richtung der Auslegerspitze bei abgelegtem Hauptausleger. Das Standmoment des Krans vergrößert sich.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die beiden Auslegersegmente über unabhängige Verseilungen bzw. Abspannungen verschwenkt bzw. aufgerichtet werden. Besonders bevorzugt sind die separaten Verseilungen bzw. Abspannungen der Auslegersegmente mittels unabhängig steuerbarer Verstelleinrichtungen betätigbar. In diesem Fall ist es möglich, mittels einer Kransteuerung die Verstelleinrichtung des oberen Auslegersegmentes während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes hinsichtlich der resultierenden Kranausladung zu regeln. Die Kransteuerung überwacht nicht nur die Verstelleinrichtung des oberen Auslegersegmentes bzw. die resultierende Kranausladung, sondern nimmt zudem eine Nachführung des oberen Auslegersegmentes vor, um eine konstante bzw. nahezu konstante Ausladung einzuhalten.

**[0018]** Ein möglicher Toleranzbereich der Ausladung kann sich im Wertebereich zwischen  $-5^\circ$  bzw.  $+5^\circ$  gegenüber der initialen Kranausladung bewegen.

Unter der initialen Kranausladung ist die Ausladung nach dem vollständigen Aufrichten des oberen Auslegersegmentes zu verstehen.

**[0019]** Beide Auslegersegmente können durch ein spezielles Sonderzwischenstück miteinander verbunden sein. Dieses Zwischenstück gestattet wahlweise eine gelenkige oder starre Verbindung zwischen den beiden Auslegersegmenten. Vorteilhafterweise unterteilt sich das Sonderzwischenstück in ein Unterteil und ein Oberteil, wobei beide Teile in Kombination vorteilhafterweise die Länge eines normalen Auslegerzwischenstücks besitzen. Das Sonderzwischenstück lässt sich in diesem Fall auch als herkömmliches Auslegerzwischenstück verwenden.

**[0020]** Insbesondere kann das Zwischenstück mittels einer Bolzenverbindung die Auslegersegmente wahlweise gelenkig oder starr verbinden. Beispielsweise können Unterteil und Oberteil des Zwischenstückes wahlweise starr oder gelenkig miteinander verbolzt werden. Bei einer gelenkigen Verbindung ist beispielsweise nur der in horizontaler Auslegerausrichtung oben gelegene Bereich des Zwischenstücks bzw. des Unter- und Oberteils miteinander verbolzt. Für eine starre Ausbildung wird das Unter- und Oberteil neben dem oberen Verbolzpunkt in einem unteren Verbolzpunkt verbunden.

**[0021]** Besonders bevorzugt kann die Verbindung des Zwischenstücks ferngesteuert sein. Bevorzugt bietet sich eine fernsteuerbare Verbolzung, insbesondere Bolzenzieheinrichtungen an.

**[0022]** Vorzugsweise kann zur Absicherung des oberen Auslegersegmentes eine Rückfallsicherung vorgesehen sein. Da die Gefahr für ein Rückfallen des oberen Auslegersegmentes in Richtung des Oberwagens von dessen Aufrichtwinkel gegenüber der Horizontalen abhängt, besteht bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lediglich eine erhöhte Rückfallgefahr während eines maximalen Aufrichtwinkels gegenüber der Horizontalen, d. h. zu Beginn des Aufrichtvorgangs des unteren Auslegersegmentes. Hierzu ist es ausreichend, das obere Auslegersegment durch eine vergleichsweise einfache Sicherungseinrichtung abzusichern, wie beispielsweise durch einen Gasspeicherzylinder, eine Stütze oder eine Abspannung.

**[0023]** Besonders bevorzugt ist es ausreichend, das obere Auslegersegment nur im Bereich des maximalen Winkels des oberen Auslegersegmentes gegenüber der Horizontalen abzusichern. Nach Reduzierung des Maximalwinkels bzw. Verlassen des definierten Winkelbereiches kann die eingesetzte Rückfallsicherung außer Betrieb gesetzt werden.

**[0024]** Nach dem erfolgreichen Aufrichten der beiden Auslegersegmente stehen unterschiedliche Be-

triebsweisen des Krans zur Verfügung. Es bietet sich beispielsweise an, die Verstelleinrichtung für das obere Auslegersegment während des Kranbetriebs zu deaktivieren. Die fixierten bzw. miteinander verbolzten Auslegersegmente werden auf einen festgelegten Aufrichtwinkel des Hauptauslegers aufgerichtet. Im Anschluss kann die Verstelleinrichtung der oberen Verseilung des oberen Auslegersegmentes so lange betätigt werden, bis die Kraft in der unteren Verseilung bzw. Abspannung einen definierten Wert erreicht. Erst im Anschluss wird die Verstelleinrichtung des oberen Auslegersegmentes deaktiviert und der Kran für den regulären Kranbetrieb freigegeben. Eine Verstellung der oberen Verstelleinrichtung ist im Kranbetrieb nicht mehr möglich.

**[0025]** Denkbar ist es auch, dass noch vor dem Fixieren der beiden Auslegersegmente der gesamte Hauptausleger einen definierten Aufstellwinkel anfährt. Die obere Verstelleinrichtung wird zeitgleich mit dem Fixierungs- bzw. Verbolzvorgang der Auslegersegmente deaktiviert und für den Kranbetrieb gesperrt. Der Abspannzustand der Auslegersegmente bzw. des gesamten Auslegersystems aus der Fixierungs- bzw. Verbolzposition wird beibehalten. Diese Betriebsweise hat insbesondere den Vorteil, dass zum Ablegen des Auslegers dieser lediglich wieder auf den gleichen gespeicherten Aufrichtwinkel gestellt werden muss. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass sich am Ausleger die gleichen Momentenverhältnisse wie in der Fixierungs- bzw. Verbolzposition einstellen. Insbesondere ist hierdurch sichergestellt, dass der untere Verbolzpunkt des Zwischenstücks momentenfrei ist. Der Bolzen bzw. das Fixierungsmittel kann in dieser Auslegerstellung sicher entfernt werden.

**[0026]** Alternativ kann der Kran nach dem Fixieren bzw. Verbolzen der Auslegersegmente sofort für den Kranbetrieb freigegeben werden. In diesem Fall ist die obere Verstelleinrichtung des oberen Auslegersegmentes während des Kranbetriebs einsatzbereit und wird von der Kransteuerung aktiv gesteuert, um die Spannkraft der unteren Verseilung bzw. Abspannung wird auf diese Weise kontinuierlich und in Abhängigkeit entsprechend definierter Kenngrößen auf die jeweilige Auslegerstellung abzustimmen. Als jeweilige Kenngrößen können beispielsweise der Hauptauslegerwinkel bzw. eventuelle Hakenlasten dienen.

**[0027]** Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Kran, insbesondere einen Mobilkran bzw. Raupenkran, mit einem langen zweigeteilten Hauptausleger und einer Kransteuerung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche. Offensichtlich weist der Kran dieselben Vorteile und Eigenschaften wie das erfindungsgemäße Verfahren auf, weshalb an dieser Stelle auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet wird.

**[0028]** Die Erfindung eignet sich für den Einsatz bei Kranen mit Abspannbock als auch bei Kranen mit Abspannbock und Derrickausleger.

**[0029]** Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung werden im Folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1:** eine skizzierte Darstellung des erfindungsgemäßen Krans zur Verdeutlichung des ersten Verfahrensschrittes,

**Fig. 2:** eine skizzierte Darstellung des erfindungsgemäßen Krans zur Verdeutlichung des zweiten Verfahrensschrittes,

**Fig. 3:** der erfindungsgemäße Kran in seiner Betriebsstellung und

**Fig. 4:** eine skizzierte Darstellung eines Krans zur Verdeutlichung eines alternativen zweiten Verfahrensschrittes.

**[0030]** In **Fig. 1** ist ein Mobilkran **10** mit einem wippbaren Hauptausleger **1** dargestellt, wobei der Hauptausleger **1** aus einem unteren Auslegerteil **1a** und einem oberen Auslegerteil **1b** besteht, die um einen Anlenkpunkt **A** schwenkbar miteinander verbunden sind. In der **Fig. 1** ist die gesamte Auslegerlänge des Hauptauslegers **1** auf dem Boden aufgebaut. Dieser Hauptausleger **1** weist ein spezielles Zwischenstück **2** auf, das anstelle eines Standardzwischenstücks eingebaut ist. Theoretisch kann der Einbau dieses Zwischenstücks **2** an beliebiger Stelle des Hauptauslegers **1** vorgenommen werden.

**[0031]** Das Zwischenstück **2** besteht aus einem unteren Teil **2a** sowie einem oberen Teil **2b**, wobei das Unterteil **2a** mit dem unteren Auslegersegment **1a** und das obere Teil **2b** mit dem oberen Auslegersegment **1b** in Verbindung steht. Im Punkt **A** sind das Ober- und Unterteil **2a, 2b** gelenkig miteinander verbunden. Zudem besteht die Möglichkeit, eine Verbindung zwischen dem Ober- und Unterteil **2a, 2b** im Punkt **B** herzustellen, um eine starre Verbindung zwischen den Auslegersegmenten **1a, 1b** auszubilden. Die Verbindung im Punkt **B** wird über eine Bolzenverbindung realisiert, die mittels einer fernsteuerbaren Bolzenzieheinrichtung lösbar bzw. verbolzbar ist.

**[0032]** Weiterhin zeigt die **Fig. 1**, dass der Hauptausleger **1** mit seinem unteren Segment **1a** wippbar im Punkt **C** am Oberwagen des Mobilkrans **10** angeordnet ist. Zudem ist spitzenseitig am Hauptausleger **1** eine Spitzenverlängerung **11** befestigt, die jedoch für den Kerngedanken der vorliegenden Erfindung ohne Bedeutung ist und daher nicht näher zum Gegenstand dieser Offenbarung gemacht werden soll.

**[0033]** Das untere Auslegersegment **1a** weist eine Verseilung **5** als untere Abspannung auf, die vom Ab-

spannbock **7** zur Spitze des unteren Auslegersegmentes **1a** verläuft und über ein Einziehwerk **4** gespannt werden kann. Durch Betätigung des Einziehwerkes **4** lässt sich das Auslegersegment **1a** gegen den Uhrzeigersinn aufrichten.

[0034] Zudem besteht eine weitere Verseilung **8**, die ausgehend von der Seilverstellung **3** bis zur Spitze des Hauptauslegers **1** verläuft. Durch Betätigung der Seilverstellung **3** wird die Verseilung **8** gespannt, wodurch sich das obere Auslegersegment **1b** vom Boden abhebt und um den Schwenkpunkt **A** gegenüber dem Auslegersegment **1a** verschwenkbar ist.

[0035] Das erfindungsgemäße Verfahren soll im Folgenden anhand der **Fig. 1** und **Fig. 2** näher erläutert werden.

[0036] In einem ersten Verfahrensschritt wird die obere Seilverstellung **3** betätigt, wodurch das obere Auslegersegment **1b** um die gelenkige Lagerung im Punkt **A** nach oben schwenkt. Das untere Auslegersegment **1a** stützt den Kran währenddessen im Bereich des Punktes **B** bzw. in der Nähe des Punktes **B** gegen den Boden ab. Die Abstützung muss nicht zwingend im Bereich des Punktes **B** erfolgen. Es könnte auch eine Ablageplatte vorgesehen sein, auf der sich das untere Auslegersegment **1a** abstützt.

[0037] Die Stützkraft im Punkt **B** wirkt dem Kippmoment  $M_{\text{Kipp}}$  um die Kippkante **K** entgegen bzw. vergrößert das Standmoment  $M_{\text{Stand}}$  um die Kippkante **K**. Im Beispiel der **Fig. 1** und **Fig. 2** wird eine Zusatzabstützung **6** verwendet, deren Abstützholm in Richtung des abgelegten Hauptauslegers **1** verläuft bzw. ausgefahren wird. Hierdurch lässt sich die Krankippkante **K** weiter zur Auslegerspitze vorverlagern, wodurch das Standmoment  $M_{\text{Stand}}$  zusätzlich gesteigert wird.

[0038] Das Auslegersegment **1b** wird in diesem Verfahrensschritt durch Betätigung der Seilverstellung **3** solange nach oben verschwenkt, bis das obere Auslegersegment **1b** gegenüber der Horizontalen einen definierten Winkel  $\varphi$  einnimmt.

[0039] Die Endlage des oberen Auslegersegmentes **1b** nach der Beendigung des ersten Verfahrensschrittes ist in der **Fig. 1** mit dem Bezugszeichen **20** angedeutet. Durch das Aufrichten des oberen Auslegersegmentes **1b** bewegt sich dessen Schwerpunkt  $S_{1b}$  zur eingezeichneten Position  $S'_{1b}$ . Für den Schwerpunkt des gesamten Hauptauslegers  $S_1$  gilt dies gleichermaßen, wobei dessen Position mit dem Bezugszeichen  $S'_1$  gekennzeichnet ist. Durch das Aufrichten wird folglich der Auslegerschwerpunkt  $S_1$  näher an die Kippkante **K** herangeführt, wodurch das Kippmoment  $M_{\text{Kipp}}$  um die Kippkante **K** reduziert und die Kranstandsicherheit erhöht wird. Diese Maßnahme

ermöglicht die Aufrichtung von langen Auslegersystemen ohne zusätzlichen Gegenballast.

[0040] Im zweiten Verfahrensschritt wird das Einziehwerk **4** betätigt, wodurch sich die untere Abspannung **5** spannt und das untere Auslegersegment **1a** im Punkt **B** vom Boden abhebt. Im Punkt **B** wirkt nun keine Stützkraft mehr. Jedoch wurde aufgrund der Verlagerung des Auslegergesamtschwerpunktes von  $S_1$  nach  $S'_1$  während des ersten Verfahrensschrittes das Kippmoment  $M_{\text{Kipp}}$  um die Kippkante **K** soweit reduziert, dass eine ausreichende Standsicherheit des Krans nun auch ohne Stützkraft im Punkt **B** gewährleistet ist. Das untere Auslegersegment **1a** lässt sich nun um den Punkt **C** gegenüber dem Oberwagen des Mobilkrans **10** verschwenken bzw. aufrichten.

[0041] Erfindungsgemäß erfolgt während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes **1a** eine Regelung der Seilverstellung **3** des oberen Auslegersegmentes **1b**. Diese soll im Folgenden anhand der **Fig. 2** weiter veranschaulicht werden.

[0042] Demnach wird die obere Seilverstellung **3** während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes **1a** so nachgeführt, dass die Ausladung  $a$  in einem Ausladungsbereich der Größe  $\Delta a$  gehalten wird. Der Winkel  $\varphi$  nimmt kontinuierlich ab, wodurch der Hebelarm  $h$  zwischen dem Schwerpunkt  $S'_{1b}$  des oberen Auslegersegmentes **1b** zum Drehpunkt **A** größer wird. Dies führt ebenfalls zu einer Zunahme des Momentes  $M_{1b}$  um den Drehpunkt **A**, das der Rückfallkraft des Auslegersegmentes **1b** in Richtung des Kranoberwagens entgegenwirkt.

[0043] Eine notwendige Schutzeinrichtung, die ein Zurückfallen des oberen Auslegersegmentes **1b** verhindern soll, muss nur im Bereich des maximalen Winkels  $\varphi$  gegen das untere Auslegersegment **1a** aktiv werden. Geeignete Einrichtungen können beispielsweise einfach ausgeführt werden, beispielsweise in Form eines Gasspeicherzylinders, einer Stütze oder einer Abspannung.

[0044] Die aus dem Stand der Technik bekannte Strategie mit konstantem Aufrichtwinkel  $\varphi$  des oberen Auslegersegmentes **1b** ist durch ein konstantes Moment  $M_{1b}$  und einer gleichbleibenden Gefahr eines Zurückklippens des oberen Auslegersegmentes **1b** geprägt. Schutzeinrichtungen sind notwendigerweise während der gesamten Dauer des zweiten Verfahrensschrittes aktiv. Da sich der Relativwinkel  $\alpha$  zwischen unterem und oberem Auslegersegment **1a**, **1b** im Verlauf des zweiten Verfahrensschrittes jedoch signifikant, d. h. um ca.  $90^\circ$ , vergrößert, müsste sich eine derartige Einrichtung in der Länge anpassen. Der Aufwand für Entwicklung, Herstellung und Steuerung einer derartigen Schutzeinrichtung wäre dementsprechend groß. Derartige umfassende Maßnah-

men sind zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht notwendig.

**[0045]** Die Größenordnung des Ausladungstoleranzbereiches  $\Delta a$  hängt im Wesentlichen von der Länge des oberen Auslegersegmentes **1b** ab, dessen Neigung während der Aufwärtsbewegung in einem Winkelbereich von ca.  $\pm 5^\circ$  variieren wird. Die Ausladung  $a$  wird dabei kontinuierlich während des Verfahrens von einer Steuerung überwacht. Dieser Vorgang wird solange ausgeführt, bis sich der Ausleger **1** in seiner gestreckten Stellung in Punkt **B** schließt, die beispielsweise mit dem Bezugszeichen **20** in **Fig. 2** angedeutet und der **Fig. 3** zu entnehmen ist. In dieser Position werden das Unterteil **2a** und das Oberteil **2b** des Sonderzwischenstücks **2** im Punkt **B** miteinander verbunden. Die Verbindung erfolgt durch eine fernsteuerbare Verbolzung, beispielsweise durch eine Bolzenzieheinrichtung.

**[0046]** Im Anschluss kann durch Betätigung der oberen Seilverstellung **3** die Spannkraft in der unteren Abspannung **5** beeinflusst werden. Ausgehend von der Kranstellung in **Fig. 3** sind im Wesentlichen drei Betriebsweisen denkbar.

**[0047]** Gemäß einer ersten Betriebsweise wird der Ausleger **1** auf einen festgelegten Winkel  $\beta$  gestellt. Die obere Seilverstellung **3** wird solange betätigt, bis die Kraft in der unteren Abspannung **5** einen definierten Wert erreicht. Die obere Seilverstellung **3** wird über die Steuerung eingefroren und der Kran **10** für den Betrieb freigegeben. Die obere Seilverstellung **3** kann während des Kranbetriebs nicht mehr verstellt werden.

**[0048]** Alternativ besteht die Möglichkeit, dass der Kran direkt nach dem Verbolzen des Unter- und Oberteils **2a**, **2b** des Zwischenstücks **2** für den regulären Kranbetrieb freigegeben wird. Die obere Seilverstellung **3** wird im Kranbetrieb über die Kransteuerung aktiv gesteuert und die Spannkraft der unteren Abspannung **5** auf diese Weise kontinuierlich und in Abhängigkeit entsprechend definierter Kenngrößen, wie beispielsweise der Hauptauslegerwinkel bzw. eventuelle Hakenlasten etc., auf die jeweilige Auslegerstellung abgestimmt.

**[0049]** In einer alternativen Vorgehensweise kann der Hauptausleger **1** zum Verbolzen des Zwischenstücks **2** im Punkt **B** zunächst in eine definierte Winkelstellung  $\beta$  bzw.  $\varphi$  gefahren werden. Die obere Seilverstellung **3** wird zeitgleich mit dem Verbolzungsvorgang eingefroren und so der Abspannzustand aus der Verbolzposition fixiert. Der aktuelle Kranzustand wird sodann in der Kransteuerung für den späteren Abruf hinterlegt. Danach ist der Kran betriebsbereit. Diese Betriebsweise hat insbesondere den Vorteil, dass zum Ablegen des Auslegers dieser lediglich wieder auf den gleichen Winkel  $\beta$  gestellt werden muss.

Auf diese Weise ist sichergestellt, dass sich im Ausleger **1** die gleichen Momentenverhältnisse wie beim Verbolzen einstellen. Dieser Zustand zeichnet sich durch einen momentfreien Punkt **B** aus, was eine gefahrlose und sichere Entfernung der Verbolzung gestattet.

**[0050]** Während des Kranbetriebs kann die Auslegerneigung über das Einziehwerk **4** reguliert werden.

**[0051]** Eine alternative Vorgehensweise soll anhand der **Fig. 4** kurz beschrieben werden. Dieses basiert auf dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem abweichenden Verfahrensschritt zwei zur Aufrichtung des unteren Auslegersegmentes **1a**. Hierbei wird das obere Auslegersegment **1b** nicht in Abhängigkeit der Ausladung  $a$  nachgeführt, sondern es erfolgt eine Regelung der Verstelleinrichtung **3** in Abhängigkeit des Winkels  $\varphi$  des oberen Auslegersegmentes **1b** gegenüber der Horizontalen. Konkret würde in dieser Variante die obere Seilverstellung **3** so nachgeführt, dass die Stellung des oberen Auslegersegmentes **1b** keinen konstanten Winkel  $\varphi$  beibehält, sondern sich im Winkelbereich zwischen  $\varphi^-$  bis  $\varphi^+$  bewegt. Dieser Winkelbereich  $\varphi^-$  bis  $\varphi^+$  wird in der Praxis in der Größenordnung von  $-5^\circ$  bis  $+5^\circ = 10^\circ$  liegen. Der Prozess wird solange ausgeführt, bis sich der Ausleger **1** in einer gestreckten Stellung in Punkt **B** schließt. In dieser Position werden das Unterteil **2a** und das Oberteil **2b** des Sonderzwischenstücks **2** im Punkt **B** miteinander verbunden, gegebenenfalls über eine fernsteuerbare Verbolzung.

**[0052]** Das dargestellte Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** bis **Fig. 3** bzw. der **Fig. 4** zeigt einen Mobilkran mit Abspannbock. Das Verfahren lässt sich jedoch ohne Weiteres auf einem Kran mit Derrickausleger und Abspannbock ausführen. Der verwendete Kran kann zudem als Mobilkran bzw. Raupenkran ausgeführt sein.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufrichten eines langen zweigeteilten Kranauslegers (1), wobei die Auslegersegmente (1a, 1b) in einem Schwenkpunkt (A) miteinander verbunden sind, wodurch der Ausleger (1) beim Aufrichten abknickbar und in der Endmontagelage in eine gestreckte oder nahezu gestreckte Lage bringbar ist, mit den Verfahrensschritten:

- Aufrichten des oberen Auslegersegmentes (1b) bis zu einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen, und

- Aufrichten des unteren am Kranwagen (10) angelenkten Auslegersegmentes (1a), wobei gleichzeitig das obere Auslegersegment (1a) in Abhängigkeit der Kranausladung geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das obere Auslegersegment (1b) derart geregelt wird, so dass die Ausladung während des

Aufrichtens konstant bleibt bzw. in einem gewissen Toleranzbereich liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kran (10) während des Aufrichtens des oberen Auslegersegmentes (1b) über das untere Auslegersegment (1a) abgestützt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Auslegersegment (1a, 1b) über eine unabhängige Verseilung bzw. Abspannung verschwenkt wird, wobei mehrere Verseilungen bzw. Abspannungen vorzugsweise über unabhängig steuerbare Verstelleinrichtungen (3) betätigt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung (3) des oberen Auslegersegmentes (1b) während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes (1a) hinsichtlich der Kranausladung elektronisch geregelt oder mechanisch nachgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das obere Auslegersegment (1b) bis zu einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen aufgerichtet und während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes (1a) dieser Winkel in einem Winkelbereich zwischen  $-5^\circ$  und  $5^\circ$  gehalten wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kran (10) mit einer Zusatzabstützung (6) während des Aufrichtens des oberen Auslegersegmentes (1b) abgestützt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beide Auslegersegmente (1a, 1b) durch ein Zwischenstück (2) miteinander verbunden sind, das wahlweise eine gelenkige oder starre Verbindung der Auslegersegmente zulässt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung ferngesteuert wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das obere Auslegersegment (1) während des Aufrichtens des unteren Auslegersegmentes (1a) über eine Rückfallsicherung, insbesondere einen Gasspeicherzylinder und/oder Stütze und/oder Abspannung und/oder Hydraulikzylinder gesichert wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung (3) des oberen Auslegersegmentes (1b) während des Kranbetriebes deaktiviert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ausleger (1) nach dem Fixieren der Auslegersegmente (1a, 1b) bis zu einem festgelegten Winkel gegenüber der Horizontalen aufgerichtet wird und die obere Verstelleinrichtung (3) bis zum Erreichen einer definierten Spannkraft in der unteren Verseilung bzw. Abspannung (5) betätigt und im Anschluss deaktiviert wird.

12. Verfahren nach einem Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Fixieren der Auslegersegmente (1a, 1b) ein definierter Aufrichtwinkel angefahren und die obere Verstellung (3) im Zeitpunkt der Fixierung der Auslegersegmente (1a, 1b) deaktiviert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung (3) des oberen Auslegersegmentes (1b) während des Kranbetriebes aktiv gesteuert wird, wobei die Spannkraft der unteren Abspannung (1a) bzw. Seilverseilung in Abhängigkeit definierter Kenngrößen, insbesondere in Abhängigkeit des Hauptauslegerwinkels und/oder der Hakenlast, auf die jeweilige Auslegerstellung abgestimmt wird.

14. Kran, insbesondere Mobilkran (10) oder Raupenkran, mit einem langen Hauptausleger (1) und einer Kransteuerung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

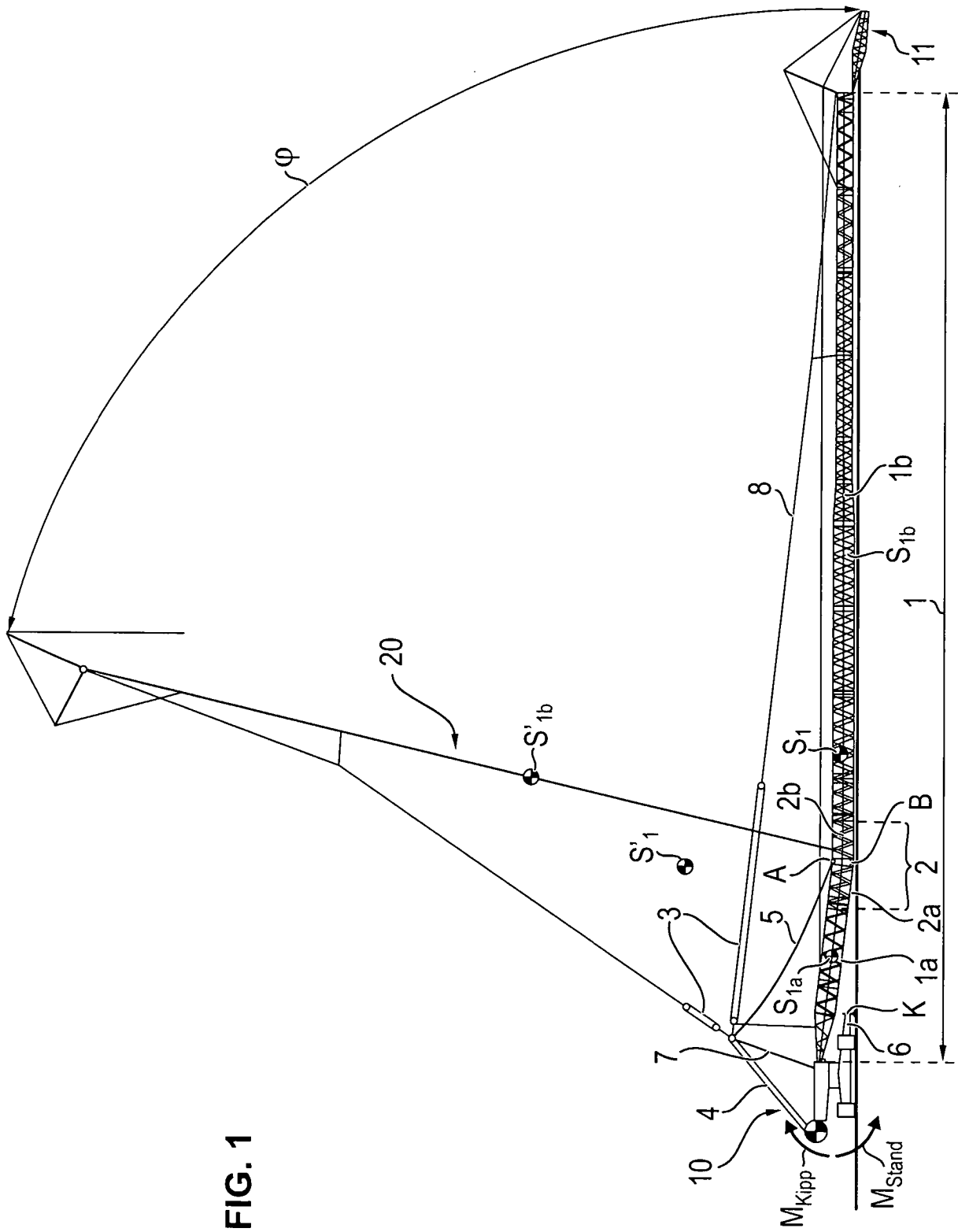


FIG. 1



FIG. 2

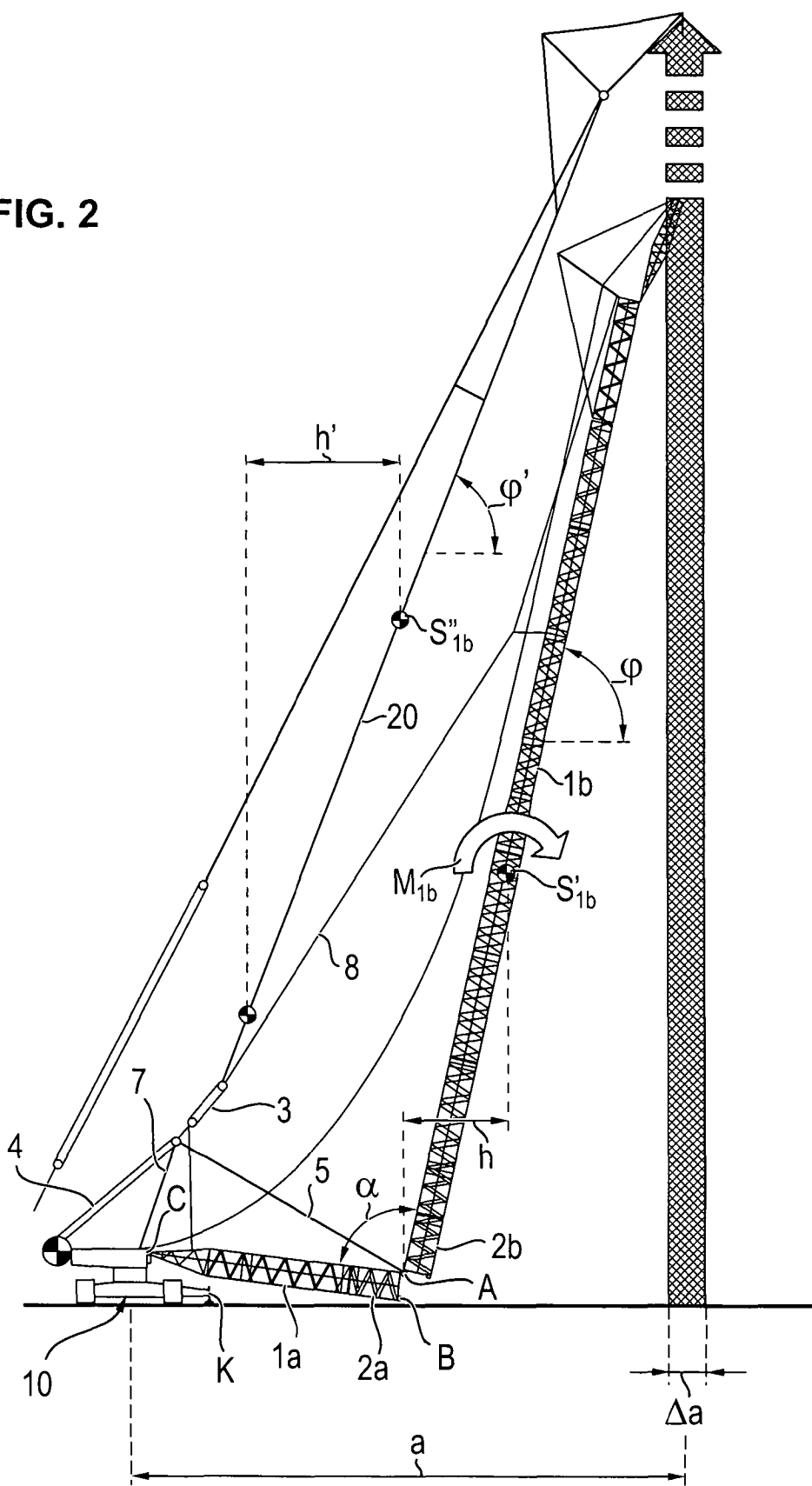


FIG. 3

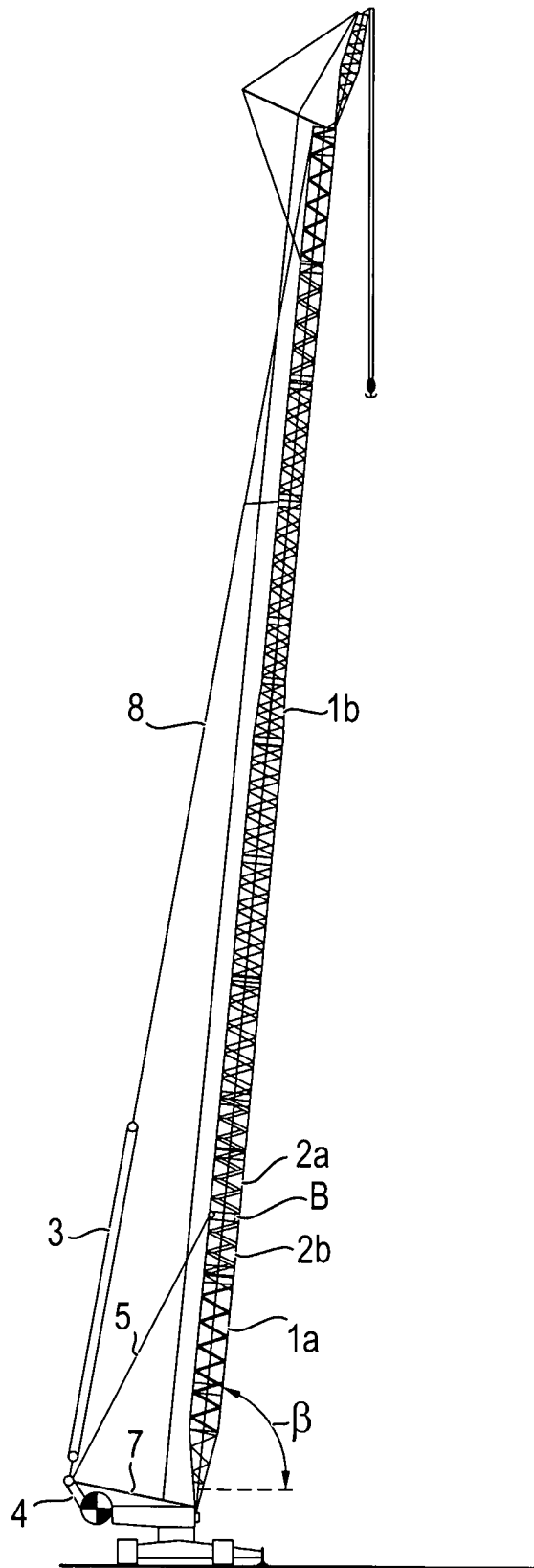


FIG. 4

