

(19)



(11)

EP 3 134 344 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
17.04.2024 Patentblatt 2024/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B66C 23/90 ^(2006.01) **B66C 13/16** ^(2006.01)
B66C 13/18 ^(2006.01) **B66C 23/36** ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
12.09.2018 Patentblatt 2018/37

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B66C 23/905

(21) Anmeldenummer: **15717490.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/058525

(22) Anmeldetag: **20.04.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/162096 (29.10.2015 Gazette 2015/43)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES MOBILKRANS SOWIE MOBILKRAN**
METHOD AND APPARATUS FOR OPERATING A MOBILE CRANE AND THE MOBILE CRANE
PROCÉDÉ ET APPAREIL POUR FAIRE FONCTIONNER UNE GRUE MOBILE AINSI QUE LA GRUE
MOBILE

(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: **22.04.2014 DE 102014105618**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(73) Patentinhaber: **Tadano Demag GmbH
66482 Zweibrücken (DE)**

(72) Erfinder:
• **BRAUN, Matthias**
66453 Gersheim (DE)
• **MAASS, Stefan**
66557 Illingen (DE)

• **STÖHR, Markus**
66773 Schwalbach (DE)
• **ROTH, Matthias**
66914 Waldmohr (DE)
• **HEINTZ, Heiko**
66482 Zweibrücken (DE)

(74) Vertreter: **Banse & Steglich**
Patentanwälte PartmbB
Patentanwaltskanzlei
Herzog-Heinrich-Straße 23
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 539 207 **WO-A1-2012/135882**
DE-A1- 19 933 917 **DE-A1-102010 025 022**
DE-A1-102012 011 726 **DE-U1-202010 014 309**
US-A- 5 711 440

EP 3 134 344 B2

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft Mobilkrane, insbesondere Mobilkrane mit variablen Abstützgeometrien. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung Verfahren zum Ermitteln einer maximalen Traglastfähigkeit, Maßnahmen zur Sicherung der Standsicherheit des Mobilkrans sowie Mittel zur Anzeige von sicheren Arbeitsstellungen.

Stand der Technik

10 **[0002]** Mobilkrane werden zur Verbesserung der Standsicherheit bzw. zur Erhöhung der Traglastfähigkeit in der Regel mit einer Abstützeinrichtung versehen. Eine derartige Abstützeinrichtung umfasst seitlich von dem Mobilkran abstehende Abstützholme, an denen Abstützzylinder vorgesehen sind. Mit den Abstützzylindern kann ein abstehendes Ende auf einer Stellfläche des Mobilkrans abgestützt werden und dadurch die effektive Standfläche vergrößert werden. Mit der vergrößerten effektiven Standfläche kann die Traglastfähigkeit, d. h. die maximal zulässige Traglast des Mobilkrans verbessert werden.

15 **[0003]** Weiterhin sind zur Bestimmung der Tragfähigkeit, d. h. der maximal zulässigen Traglast an dem Ausleger, Traglasttabellen vorgesehen, in denen für die jeweilige Konfiguration des Mobilkrans die maximal zulässige Traglast basierend auf möglichen Freiheitsgraden angegeben wird. Insbesondere berücksichtigen die Traglasttabellen die Länge bzw. die Konfiguration, sowie z.B. den Drehwinkel des Auslegers (in der Regel 0-360°). Die auf den Traglasttabellen beruhende kennfeldbasierte Ermittlung der maximal zulässigen Traglast kann weiterhin durch funktionsbasierte, weitere Parameter berücksichtigende Modelle ergänzt werden, die z. B. die Tragfähigkeit des Lastseils in Betracht ziehen.

20 **[0004]** Insbesondere beim Einsatz der Mobilkrane auf einer beengten Stellfläche kann es vorkommen, dass die Abstützholme für den Einsatz des Mobilkrans nicht vollständig ausgefahren werden können, so dass sich durch die resultierenden Abstützpositionen eine unsymmetrische Abstützgeometrie ergibt. Bei Mobilkranen mit von vornherein festgelegter Abstützgeometrie, insbesondere im Einsatz mit vollständig ausgefahrenen Abstützholmen, kann die Bestimmung der maximal zulässigen Traglast mit herkömmlichen Traglasttabellen in bekannter Weise erfolgen und ausreichend sein. Jedoch ist es bei Mobilkranen mit variabler Abstützgeometrie bei einer Bestimmung der maximal zulässigen Traglast zusätzlich notwendig, die tatsächlichen Abstützpositionen des Mobilkrans zu berücksichtigen.

25 **[0005]** Für die Einsatzplanung werden in der Regel die maximalen Tragfähigkeiten abhängig von verschiedenen Parametern, insbesondere des Lastradius, sowie abhängig von der jeweiligen Konfiguration dargestellt. Ein Kranführer kann so im Vorfeld den Kranbetrieb, insbesondere Konfiguration und mögliche Hubwege einer zu hebenden Last, bestimmen. Beispielsweise ist aus der Druckschrift EP1 444 162 B1 ein Fahrzeugkran bekannt, bei dem in einer elektronischen Steuerungseinrichtung anhand einer der Parameter Last und Lastradius sowie Größe eines Gegengewichts und Gegengewichtsradius ein Arbeitsfeld auf einem Display graphisch dargestellt werden kann.

30 **[0006]** Aus der Druckschrift EP 1 925 586 B1 ist ein Mobilkran bekannt, in dem für verschiedene Parameter des Krans einzelne Grenzkurven oder Grenzwerte gespeichert sind, die zur Gewährleistung der Sicherheit des Kranbetriebs nicht oder nur unter Abgabe eines Alarmsignals überschritten werden dürfen. Des Weiteren weist der Mobilkran Mittel zur Gewährleistung der Kransicherheit auf, die derart ausgeführt sind, dass sie die einzelnen Grenzkurven oder Grenzwerte der verschiedenen Parameter auf Überschreitung überwachen. Eine der Grenzkurven stellt die Abhängigkeit der Auslegerfestigkeit über die geometrischen Freiheitsgrade des Auslegers dar oder basiert auf dieser Abhängigkeit.

35 **[0007]** Aus der Druckschrift EP 1 025 585 A1 ist ein Mobilkran mit einem drehbaren Ausleger bekannt, wobei ein Gesamtschwerpunkt des Krans und eine oder mehrere Kipplinien ermittelt werden. Die Standsicherheit des Krans wird überwacht. Es wird ein Signal abgegeben und/oder die weitere Kranbewegung unterbunden oder verändert, wenn sich der Abstand des Gesamtschwerpunkts von einer Kipplinie einem Grenzwert nähert bzw. diesen erreicht und/oder wenn das Verhältnis des Abstands des Gesamtschwerpunkts vom Drehkranzmittelpunkt zu dem Abstand der Kipplinie vom Drehkranzmittelpunkt in Richtung des Gesamtschwerpunkts sich einem Grenzwert nähert bzw. diesen erreicht.

40 **[0008]** Die Druckschrift EP 2 674 384 A1 offenbart ein Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit eines Krans mit einer variablen Abstützbasis und einer Überwachungseinheit. Dabei werden mehrere Sicherheitskriterien während des Kranbetriebes überwacht, indem für jedes Kriterium, das von wenigstens einem die Krankonfiguration bzw. Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig ist, ein zulässiger spezifischer Grenzwert während des Kranbetriebs berechnet und auf Einhaltung überwacht wird.

45 **[0009]** Die Druckschrift DE 20 2010 014 309 U1 offenbart einen Kran, insbesondere Raupen- oder Mobilkran, mit wenigstens einem Überwachungs- und Simulationsmittel, mittels dessen ein Zustand des Kranes überwachbar und/oder simulierbar ist, wobei das Überwachungs- und Simulationsmittel wenigstens ein Eingabemittel und wenigstens ein Ausgabemittel aufweist und wobei mittels des Überwachungs- und Simulationsmittels der Zustandsverlauf, insbesondere die Traglastkurve des Kranes jederzeit, insbesondere auch bei Bewegung des Kranes und/oder des Auslegers des Kranes darstellbar und/oder ein möglicher Zustand und/oder möglicher Zustandsverlauf des Kranes, insbesondere die

Traglastkurve des Kranes, simulierbar und/oder darstellbar ist.

[0010] Die Druckschrift EP 0539207 A1 offenbart eine Sicherheitsvorrichtung für ein Baufahrzeug mit einem Ausleger, an den eine Last anhängbar ist. Aus der angehängten Last und einer auslegerpositionsabhängigen Nennlast kann ein Lastfaktor ermittelt werden. Eine Sicherheitsoperation wird abhängig von dem Lastfaktor ausgeführt.

[0011] Die Druckschrift WO2012135882A1 offenbart ein Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Standsicherheitsparameters eines auf einem Fahrzeug montierten Ladekrans, wobei das Fahrzeug im Kranbetrieb über Räder und über von den Rädern gesonderte Abstützelemente am Untergrund abgestützt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl Beiträge der Räder als auch Beiträge der Abstützelemente zu einer Größe des Standsicherheitsparameters erfasst werden und diese Größe mit wenigstens einem vorbestimmten Grenzwert verglichen wird.

[0012] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die es ermöglichen, einem Kranführer sowohl zur Einsatzplanung als auch während des Kranbetriebs noch verbleibende Freiheitsgrade und geometrische Beschränkungen der Auslegerbewegung anzugeben und diese in einer einfach verständlichen Art grafisch anzuzeigen.

Offenbarung der Erfindung

[0013] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zum Betreiben eines Mobilkrans mit einem Ausleger gemäß Anspruch 1 sowie durch die Steuereinheit und das System gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst.

[0014] Weitere Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0015] Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Verfahren zum Betreiben eines Mobilkrans mit einem Ausleger vorgesehen, das die folgenden Schritte umfasst:

- Ermitteln von maximal zulässigen Traglasten für mehrere Stellungen in einem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers;
- Ermitteln einer insbesondere örtlichen Traglastgrenze und/oder eines oder mehrerer insbesondere örtlicher Traglastbereiche basierend auf einer angehängten Last und auf den maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen des vorgegebenen Stellungsbereichs des Auslegers; und
- Betreiben des Mobilkrans abhängig von der Traglastgrenze und/oder von dem einem oder den mehreren Traglastbereichen.

[0016] Eine Idee des obigen Verfahrens besteht darin, bei der Einsatzplanung oder beim Betrieb eines Mobilkrans mehrere mögliche Stellungen des Auslegers in dem vorgegebenen Stellungsbereich, möglichst unabhängig von einer aktuellen Bewegungsrichtung des Auslegers und die dafür geltenden maximal zulässigen Traglasten zu berücksichtigen. Dies ermöglicht ein sichereres Bedienen des Mobilkrans und bessere Einsatzplanung unter bestmöglicher Ausnutzung des Lasttragbereiches, d.h. unter optimaler Ausnutzung der Tragfähigkeit an jeder Lastposition im Arbeitsbereich, bis hin zu den durch die maximal zulässigen Traglasten bestimmten Traglastgrenzen. Insbesondere ermöglicht das obige Verfahren das Erkennen derjenigen Auslegerstellungen, bei denen bei der aktuell angehängten Traglast eine örtliche Traglastgrenze erreicht bzw. überschritten wird.

[0017] Weiterhin können die maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen in dem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers mithilfe einer Auslegerfestigkeitstabelle sowie basierend auf einer Abstützgeometrie von Abstützeinrichtungen ermittelt werden. Insbesondere können jeweilige Lastbegrenzungen durch die Auslegerfestigkeitstabelle, die auslegerfestigkeitsrelevante Traglastbeschränkungen angibt, und die Abstützgeometrie für jede der mehreren Stellungen des Auslegers bestimmt werden. Die maximal zulässigen Traglasten können dann durch eine Bestimmung des Minimums der durch die Auslegerfestigkeitstabelle und durch die Abstützgeometrie bestimmten Traglastgrenzen ermittelt werden.

[0018] Insbesondere können die durch die Abstützgeometrie bestimmten Lastbegrenzungen für die mehreren Stellungen des Auslegers in dem vorgegebenen Stellungsbereich mithilfe einer Momentenbilanz um eine oder mehrere durch die Abstützgeometrie bestimmten Kipplinien ermittelt werden.

[0019] Zusätzlich können die maximal zulässigen Traglasten für unterschiedliche Stellungen in dem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers mithilfe von Lastbegrenzungen ermittelt werden, die durch ein oder mehrere, insbesondere von einem oder mehreren weiteren Parametern abhängigen, kennfeldbasierten oder funktionsbasierten Tragfähigkeitsmodelle bestimmt werden. Insbesondere können die mehreren weiteren Parameter begrenzende Kriterien darstellen, wie z.B. die maximale Belastung der Stützzylinder, des Drehkranses, des Wippzylinders und anderer im Kraftfluss des Auslegers und seiner Verlagerung auf dem Kranoberwagen befindlicher Kranteile. Aus vorgenannten Wirkungszusammenhängen leiten sich die begrenzenden Kriterien in direkter oder indirekter Weise von der jeweiligen Abstützgeometrie in an sich bekannter Weise ab.

[0020] Es können beim Betreiben des Mobilkrans die mehreren Stellungen des Auslegers in einem bestimmten geometrischen Umfeld der momentanen Stellung des Auslegers in Betracht gezogen werden, um die maximal zulässigen

Traglasten zu ermitteln, wobei eine Verstellgeschwindigkeit des Auslegers abhängig von einem dadurch ermittelten Verlauf einer Traglastgrenze im vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers gewählt, eingestellt und begrenzt wird.

[0021] Insbesondere können die Verstellgeschwindigkeiten des Auslegers in alle Bewegungsrichtungen abhängig von einem Abstand der aktuellen Lastposition und einer Traglastgrenze eingestellt werden. Die Traglastgrenze entspricht den Positionen der Last, an der die angehängte Last die maximal zulässige Traglast erreicht, wenn diese in einer Verstellrichtung bewegt wird. Insbesondere kann die Verstellgeschwindigkeit insbesondere abhängig von einem Gradienten des Verlaufs der maximal zulässigen Traglast bezüglich der Verstellrichtung eingestellt werden.

[0022] Weiterhin kann für den vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers die maximal zulässige Traglast als absolute Wertangabe oder als relative Wertangabe, die das Verhältnis der angehängten Last zur maximal zulässigen Traglast angibt, im vorgegebenen Stellungsbereich auf einer Anzeige dargestellt werden. Dadurch kann dem Kranführer eine Angabe darüber bereitgestellt werden, in wie weit er eine vorgegebene Last an einer vorgegebenen sicheren Startposition heraus, in eine unkritische Richtung gehend in eine zumindest zweite, sichere Zielposition bewegen kann.

[0023] Dadurch kann eine Bewegungsraumanzeige erzeugt werden, die ausgehend von der momentanen Stellung des Auslegers (zumindest definiert durch Drehwinkel und Lastradius) eine Umfelddarstellung des Hubfalls dem Kranführer bereitstellt. Die Umfelddarstellung ermöglicht es, instantan und visuell eine Position der angehängten Last und einen Verlauf von weiteren Positionen der Last, an denen die maximal zulässige Traglast überschritten ist bzw. wird, in der Umgebung der Position der angehängten Last zu erkennen. Auf diese Weise kann einem Kranführer eine Möglichkeit gegeben werden, mögliche verbleibende Freiheitsgrade der Bewegungen des Auslegers mit der angehängten Last sofort durch Betrachten der Umfelddarstellung auf der Anzeige zu erkennen und demgemäß den Ausleger in weitere Positionen bis hin zu einer sicheren Betriebsgrenze zu stellen.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform kann die absolute Wertangabe oder die relative Wertangabe der maximal zulässigen Traglasten visuell unterscheidbar, insbesondere durch eine jeweils zugeordnete Färbung und/oder Helligkeit und/oder Schattierung, auf der Anzeige dargestellt werden. Diese Art der Darstellung erleichtert das intuitive Erfassen des Traglastverlaufes im gesamten Arbeitsbereich bzw. im unmittelbaren Umfeld der aktuellen Lastposition.

[0025] Insbesondere können die Traglastbereiche diejenigen Stellungen des Auslegers bzw. diejenigen Lastpositionen angeben, an denen ein Verhältnis der angehängten Last zu der maximal zulässigen Traglast innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Steuereinheit zum Betreiben eines Mobilkrans mit einem Ausleger vorgesehen, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, um:

- maximal zulässige Traglasten für mehrere Stellungen in einem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers zu ermitteln;
- eine Traglastgrenze und/oder eines oder mehrerer Traglastbereiche basierend auf einer angehängten Last und auf den maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen des vorgegebenen Stellungsbereichs des Auslegers zu ermitteln; und
- den Mobilkran abhängig von der Traglastgrenze und/oder von dem einen oder den mehreren Traglastbereichen zu betreiben.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein System für einen Mobilkran vorgesehen, umfassend:

- die obige Steuereinheit; und
- eine Anzeigeeinrichtung zur visuellen Darstellung einer Anzeige, um im vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers maximal zulässige Traglasten als absolute Wertangabe oder als relative Wertangabe für die mehreren Stellungen des Auslegers im vorgegebenen Stellungsbereich darzustellen, wobei das Verhältnis der angehängten Last zur bei einer Stellung des Auslegers bestehenden maximal zulässigen Traglast angegeben wird.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein System für einen Mobilkran vorgesehen, umfassend

- die obige Steuereinheit; und
- eine Anzeigeeinrichtung zur visuellen Darstellung einer Anzeige, um für den vorgegebenen Stellungsbereich die Traglastbereiche um eine momentane Lastposition, die einer momentanen Stellung des Auslegers entspricht, visuell darzustellen.

[0029] Insbesondere kann die Anzeigeeinrichtung ausgebildet sein, um die Traglastbereiche flächig als visuell voneinander unterscheidbare Bereiche, insbesondere als farblich und/oder strukturell und/oder durch ihre Helligkeiten unterscheidbare Bereiche darzustellen

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0030] Ausführungsformen werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figuren 1a und 1b eine schematische Draufsicht und eine Seitenansicht eines Mobilkrans mit variabler Abstützbasis;
- Figur 2 eine graphische Darstellung der maximal zulässigen Traglasten eines Auslegers im gesamten Umgebungsbereich des Mobilkrans; und
- 10 Figur 3 eine Darstellung eines ausschnittweisen Umgebungsbereichs der Position der an den Ausleger angehängten Last sowie der unkritischen, kritischen und unzulässigen Traglastbereiche in dem Umgebungsbereich.
- Figur 4 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Ermittlung der maximal zulässigen Traglast, der Traglastgrenze und zur Ausgabe einer Darstellung der die momentane Lastposition umgebenden Traglastbereiche.
- 15

Beschreibung der Ausführungsformen

- 20 **[0031]** In den Figuren 1a und 1b sind schematische Ansichten eines Mobilkrans 1 in einer Draufsicht und einer Seitenansicht dargestellt. Der Mobilkran 1 weist ein Fahrerhaus 2 und einen Kranoberwagen 3 auf, auf der ein in horizontaler Ebene drehbarer Drehkranz 4 mit einem darauf angebrachten Ausleger 5 angeordnet ist. Der Drehkranz 4 gestattet eine 360°-Verschwenkung des darauf angebrachten Auslegers 5. Ein Drehwinkel α des Auslegers 5 kann beliebig im gesamten Drehbereich des Auslegers 5 eingestellt werden. In einer Ausführungsform kann auf dem Kranoberwagen 3 ein Gegengewicht an dem Drehkranz 4 angebracht sein (hier nicht dargestellt), das an einer dem Ausleger 5 gegenüberliegenden Seite angeordnet ist.
- 25

[0032] Weiterhin ist auf dem Drehkranz 4 ein hydraulischer Wippzylinder 6 angeordnet, durch den es möglich ist, den Ausleger 5 in einem Wippwinkel β , d. h. einem vertikalen Winkel senkrecht zur Horizontalen, zu verstellen.

- 30 **[0033]** Zudem kann der Ausleger 5 mit Auslegersegmenten (Auslegerkästen) 51 versehen sein, die teleskopartig ineinander verschiebbar sein können, um je nach gewünschter Auslegerkonfiguration die Länge des Auslegers 5 durch Einfahren oder Ausfahren der Auslegerkästen 51 einzustellen bzw. vorzugeben. Am oberen Ende des Auslegers 5 ist eine Umlaufrolle 52 für ein Lastseil 8 vorgesehen, an dessen Ende ein Lasthaken 9 vorgesehen ist, an den eine Last angehängt werden kann.

- 35 **[0034]** Im Bereich der vorderen und hinteren Ecken des Mobilkrans 1 sind (vier) Abstützeinrichtungen 10 vorgesehen. Die Abstützeinrichtungen 10 weisen jeweils einen ausfahrbaren Abstützholm 11 auf, der mit mehreren ineinander verschiebbaren Zylindern teleskopartig aus- und eingefahren werden kann. Die Abstützholme 11 sind dabei in einer Ebene ausfahrbar, die durch (nicht gezeigte) Radachsen definiert ist bzw. die sich parallel zur Stellfläche S erstrecken kann.

- 40 **[0035]** An dem vom Mobilkran 1 abstehenden Ende der Abstützholme 11 befindet sich jeweils ein Abstützzylinder 12, der in Richtung einer Stellfläche S des Mobilkrans 1 ausgefahren werden kann. Am Ende der Abstützzylinder 12 befindet sich jeweils eine Abstützplatte 13, die auf die Stellfläche S aufgesetzt wird, so dass die Abstützeinrichtung 10 den Mobilkran 1 dort bodenseitig abstützt.

- 45 **[0036]** Zur Bestimmung der maximalen zulässigen Traglast des Mobilkrans 1 werden Auslegerfestigkeitstabellen verwendet, die abhängig von einer Konfiguration, d. h. der gewählten Länge des Auslegers 5 und der ausgefahrenen Auslegersegmente 51 und abhängig vom Lastradius eine Lastbegrenzung bezüglich der Auslegerfestigkeit angeben. Die Auslegerfestigkeitstabellen definieren dadurch kennfeldbasierte Grenzen für die angehängte Traglast, die nicht oder nur unter Ausgabe eines Warnsignals überschritten werden dürfen. Mithilfe der Auslegerfestigkeitstabellen kann daher ermittelt werden, ob die angehängte Last kleiner, gleich oder größer als die durch die Auslegerfestigkeit bestimmte maximal zulässige Traglast ist.

- 50 **[0037]** Bei beengten Platzverhältnissen zum Abstellen des Mobilkrans 1 können unter Umständen die Abstützholme 11 nicht vollständig ausgefahren werden. Dies führt dazu, dass die größtmögliche Traglast, die bei der maximalen Ausfahrposition der Abstützholme 11 erreicht werden würde, nicht erreicht werden kann. So wird regelmäßig die maximal zulässige Traglast des Mobilkrans 1 nicht nur anhand der durch die Auslegerfestigkeitstabelle bestimmten Auslegerfestigkeit und Beschränkungen hinsichtlich sonstiger Parameter bestimmt, sondern auch maßgeblich anhand einer Lastbegrenzung, die durch die Abstützgeometrie der durch die Abstützzylinder 12 definierten Abstützpositionen bestimmt ist.

- 55 **[0038]** Zusätzlich zur Auslegerfestigkeit können ein oder mehrere zusätzliche Parameter, insbesondere der maximal zulässige Zylinderdruck des Wippzylinders 6 und/oder der Abstützzylinder 12, die Belastbarkeit des Lastseils 8, die Belastbarkeit des Drehkranzes 4 und dergleichen, durch funktionsbasierte Traglastberechnungen jeweilige Lastbegrenzungen als Begrenzungen für die erlaubte anzuhängende Traglast bewirken bzw. vorgeben. Dadurch muss ggf. durch

die Bildung des Minimums der ermittelten Lastbegrenzungen die maximal zulässige Traglast insgesamt auf einen Wert begrenzt werden, der kleiner sein kann als der nur durch die Auslegerfestigkeit definierte Wert der Lastbegrenzung.

[0039] Ein erheblicher, reduzierender Einfluss auf die maximal zulässige Traglast kann von nicht vollständig ausgefahrenen Abstützholmen 11 der Abstützeinrichtung 10 ausgehen. Der jeweilige Grad des Ausfahrens der Abstützholme 11 definiert die vier (oder u.U. nur drei) Abstützpositionen der Abstützzylinder 12, auf denen in der Regel das gesamte Gewicht des Mobilkrans 1 einschließlich der angehängten Last ruht. Die Verbindung der Abstützpositionen untereinander bildet eine sogenannte Abstützgeometrie, die durch Kipplinien KL definiert sein soll. Die Kipplinien KL stellen die geradlinigen Verbindungen zwischen zwei benachbarten Abstützpositionen der Abstützeinrichtungen 10 dar und bestimmen dadurch mögliche Achsen, um die der Mobilkran 1 im Überlastfall kippen kann. Je geringer der Abstand des Massenschwerpunkts des Mobilkrans 1 von der Kipplinie KL ist, desto geringer ist die durch die Abstützgeometrie maßgeblich bestimmte maximal zulässige Traglast.

[0040] Ausgehend von der vorgegebenen Ausleger-Traglastfähigkeit, die durch die Auslegerfestigkeitstabelle definiert ist, sowie den kennfeld- oder funktionsbasierten Lastbegrenzungen für weitere Parameter, wie z.B. die Belastbarkeit des Wippzylinders 6, die Belastbarkeit der Abstützzylinder 12, die Belastbarkeit des Drehkranzes usw., kann abhängig von den durch die Abstützgeometrie bestimmten Kipplinien KL und der jeweiligen Auslegerstellung (definiert durch Drehwinkel α und Wippwinkel β) eine Lastbegrenzung, d. h. eine maximal zulässige Traglast für eine bestimmte Lastposition ermittelt werden.

[0041] Diese Berechnung kann vorsehen, für verschiedene Lastpositionen eine Momentenbilanz um die Kipplinie KL zu ermitteln. Im Detail wird der Abstand der betrachteten Lastposition, die einer Projektion der dreidimensionalen räumlichen Position der angehängten Last auf die im Wesentlichen horizontale Stellfläche S des Mobilkrans 1 entspricht, zu der relevanten Kipplinie KL bzw. den relevanten Kipplinien KL bestimmt. Die relevanten Kipplinien sind dadurch bestimmt, dass durch die angehängte Last ein (bezüglich der von den Kipplinien KL umschlossenen Fläche) nach außen wirkendes Moment um die betreffende Kipplinie bewirkt wird. Die Berechnung des Abstands zwischen der projizierten Lastposition und der Kipplinie kann in bekannter Weise mithilfe von trigonometrischen Funktionen durchgeführt werden. Durch die angehängte Last und den Abstand der projizierten Lastposition auf der im Wesentlichen horizontalen Stellfläche S zur kritischen Kipplinie KL lässt sich in bekannter Weise ein Last-Kippmoment bestimmen.

[0042] Weiterhin wird ein Betrag eines durch das Eigengewicht des Mobilkrans 1 bestimmten Standmoments bezüglich der durch die Abstützpositionen definierten oder im Mobilkran 1 berechneten Kipplinien KL bestimmt. Auch der Abstand des Massenschwerpunktes des Mobilkrans 1 von den betreffenden Kipplinien KL kann mithilfe bekannter, beispielsweise trigonometrischer Funktionen bestimmt werden, so dass das Standmoment aus einem Produkt des Gewichts des Mobilkrans 1 und des Abstands des Massenschwerpunkts von der betreffenden Kipplinie KL der Abstützgeometrie ermittelbar ist.

[0043] Insbesondere bestimmt die Differenz zwischen dem Last-Kippmoment und dem Standmoment die Standfestigkeit des Mobilkrans 1. Die im Wesentlichen durch die Auslegerposition und die Abstützgeometrie definierten Lastbegrenzungen des Mobilkrans 1 bei einer bestimmten Stellung (zumindest definiert durch Drehwinkel und Wippwinkel) des Auslegers 5 wird dadurch bestimmt, dass die Differenz zwischen dem Last-Kippmoment und dem Standmoment bei einer bestimmten Abstützgeometrie Null oder bei Vorsehen einer vorgegebenen Toleranz einem bestimmten vorgegebenen Wert entspricht. Somit kann ein Verlauf der Lastbegrenzung, die jeweils durch eine bestehende Abstützgeometrie und durch eine bestehende Konfiguration des Mobilkrans 1 bestimmt sein kann, für Stellungen des Auslegers 5 abhängig von dem Drehwinkel α und dem Wippwinkel β ermittelt werden.

[0044] Insgesamt kann die maximal zulässige Traglast bestimmt sein durch:

- die von der Abstützgeometrie abhängige Lastbegrenzung,
- die durch die Ausleger-Traglastfähigkeit angegebene Lastbegrenzung basierend auf der Auslegerfestigkeitstabelle, sowie
- die eine oder die mehreren funktionsbasierten Lastbegrenzungen basierend auf den weiteren Parametern und gegebenenfalls bezüglich weiterer begrenzender Parameter, wie z.B. die Belastbarkeit des Wippzylinders, die Belastbarkeit der Abstützzylinder 12 in Abhängigkeit der jeweiligen Abstützgeometrie, die Belastbarkeit des Drehkranzes und dergleichen.

[0045] Die maximal zulässige Traglast kann durch Minimumbildung der so einzeln ermittelten Lastbegrenzungen für die betreffende Stellung des Auslegers 5 bestimmt werden.

[0046] Anhand der durch Bestimmung des Minimums ermittelten gesamten maximal zulässigen Traglast wird beim Kranbetrieb überwacht, ob die momentan angehängte Last bei der momentanen Auslegerstellung die ermittelte gesamte maximal zulässige Traglast überschreitet.

[0047] Durch Ermittlung der maximal zulässigen Traglast für mehrere Lastpositionen im geometrischen Umfeld der aktuellen Lastposition kann darüber hinaus eine Überwachung derart erfolgen, dass eine Bewegung des Auslegers 5 zumindest in eine kritische Richtung (bei sich reduzierender maximal zulässiger Traglast) verlangsamt oder unterbunden

wird und/oder eine Ausgabe eines Warnsignal erfolgt, sobald die Last am Ausleger eine kritische Grenze der maximal zulässigen Traglast erreicht, überschreitet oder sich dieser annähert.

[0048] Auf dem Mobilkran ist eine Steuereinheit 20 vorgesehen, um die Überwachungsfunktion und die beschriebene Ermittlung der maximal zulässigen Traglasten, basierend auf den einzeln ermittelten Lastbegrenzungen durchzuführen. Diese Steuereinheit 20 kann in der generellen Kransteuerung implementiert sein oder als eigenständige Steuereinheit ausgeführt sein.

[0049] Zur Durchführung der Berechnung ist die Steuereinheit 20 mit diversen (nicht gezeigten) Sensoren gekoppelt, um die tatsächliche Position der Abstützzyylinder 12 basierend auf der Ausfahrlänge der Abstützholme 11, den Drehwinkel α des Auslegers 5, den Kippwinkel β des Auslegers 5 und das Gewicht der angehängten Last zu erhalten. Basierend auf diesen Angaben und auf geometrischen Vorgaben, wie beispielsweise der Position des Massenschwerpunkts des unbelasteten Mobilkrans 1 und der momentanen Konfiguration, insbesondere der Auslegerkonfiguration, kann die Steuereinheit 20 die Berechnungen zur Ermittlung der maximalen zulässigen Traglast durchführen.

[0050] Die Steuereinheit 20 führt Berechnungen in Berechnungszyklen von wenigen Millisekunden durch. Dabei werden für die Überwachung zyklisch für mehrere Stellungen des Auslegers 5 die jeweiligen maximal zulässigen Traglasten für Stellungen des Auslegers in einem vorgegebenen Stellungsbereich gemäß obigem Berechnungsschema ermittelt. Für jede der zu betrachteten Stellungen des Auslegers 5 werden die von der jeweiligen Stellung des Auslegers 5 abhängigen, resultierenden Lastbegrenzungen (bezüglich Auslegerfestigkeit, Abstützgeometrie und bezüglich eines oder mehrerer der weiteren und/oder begrenzenden Parameter) ermittelt und durch Minimumbildung miteinander verknüpft, um für die jeweiligen Stellungen des Auslegers 5 die gesamten maximal zulässigen Traglasten zu erhalten.

[0051] Die Überwachungsfunktion der Steuereinheit 20 kann nun basierend auf der momentanen Stellung des Auslegers 5 (bzw. der momentanen Lastposition), der angehängten Last und den maximal zulässigen Traglasten für die Stellungen des Auslegers 5 in dem vorgegebenen Stellungsbereich durchgeführt werden. Der örtliche Verlauf einer Traglastgrenze entspricht denjenigen Stellungen des Auslegers 5 bzw. denjenigen Positionen der Last, an denen die aktuell angehängte Last gleich der maximal zulässigen Traglast ist. Beispielsweise kann die Überwachung vorsehen, eine gewünschte Verstellbewegung für den Ausleger 5 abhängig davon zu verlangsamen, zu begrenzen, zuzulassen oder zu unterbinden, ob sich die Last an die Traglastgrenze annähert oder sich davon wegbewegt.

[0052] Die Steuereinheit 20 ist vorzugsweise mit einer Anzeigeeinrichtung 21 gekoppelt, um einem Kranführer zur Einsatzplanung und zum Betrieb des Mobilkrans 1 über eine Anzeige 22 visuelle Informationen über die maximal zulässige Traglast bzw. den Verlauf der Traglastgrenze zur Verfügung zu stellen. Diese visuelle Information kann einen oder mehrere Teilbereiche der möglichen Bewegungen bzw. Stellungen des Auslegers 5 betreffen. Dabei kann dem Kranführer zur Einsatzplanung bei einer momentan eingestellten Abstützgeometrie und bei einer momentanen Krankonfiguration die jeweilige maximal zulässige Traglast in dem Bereich möglicher Lastpositionen als absoluter Wert angegeben werden. Insbesondere können die Positionen der jeweiligen maximal zulässigen Traglast als Abstand von einer Auslegerdrehachse angegeben werden.

[0053] Eine Vermittlung des Verlaufs der maximal zulässigen Traglasten kann beispielsweise durch eine Darstellung erfolgen, wie sie in der Anzeige 22 der Figur 2 gezeigt ist. Figur 2 zeigt für verschiedene Positionen der angehängten Last um die Auslegerdrehachse den Wert der jeweils maximal zulässigen Traglast in unterschiedlicher Färbung, Helligkeit oder Schattierung an. Man erkennt damit für jede Position einer Last die dort bestehende Tragfähigkeit, d.h. die maximal zulässige Last anhand der grafisch dargestellten Färbung, Helligkeit oder Schattierung, so dass ein Kranführer eine Einsatzplanung entsprechend seinem Hubplan unvermittelt vornehmen kann.

[0054] Figur 3 zeigt als weitere Darstellungsmöglichkeit basierend auf der momentanen Lastposition eine Segmentansicht des Umgebungsbereichs um eine momentane Lastposition P. Beispielsweise kann ausgehend von der momentanen Drehwinkelstellung des Auslegers 5 ein Winkelbereich von $\pm 30^\circ$ des Drehwinkels α (auch andere Winkelbereiche sind möglich) und der gesamte Radiusbereich in einer Segmentdarstellung angezeigt werden. Der Radiusbereich ist durch die effektive Auslegerlänge basierend auf der tatsächlichen Auslegerlänge und den möglichen Wippwinkeln (Wippwinkel zwischen dem minimal und maximal möglichen Wippwinkel) bestimmt. Es sind jedoch auch andere Radiusbereiche denkbar. Diese sollten vorzugsweise die momentane Lastposition und den Verlauf der Traglastgrenze, die durch das Erreichen bzw. Überschreiten der maximal zulässigen Traglast durch die momentan angehängte Last beinhalten.

[0055] Die Segmentdarstellung zeigt auf einer Mittenachse M die momentane Lastposition P als Markierung an und durch farbliche Unterscheidung verschiedene Traglastbereiche, die die möglichen Lastpositionen in der geometrischen Umgebung der momentanen Lastposition P abbilden. In der dargestellten Ausführungsform sind drei Traglastbereiche gezeigt:

- ein erster Traglastbereich A, in dem die angehängte Last deutlich kleiner ist als die maximal zulässige Traglast,
- ein zweiter Traglastbereich B, in dem die angehängte Last annähernd der maximal zulässigen Traglast entspricht, und
- ein dritter Traglastbereich C, in dem die angehängte Last gleich oder größer ist als die maximal zulässige Traglast.

Die Traglastbereiche sind durch die Verläufe der Traglastgrenze bezüglich der Tragfähigkeitsauslastung definiert.

[0056] Der erste Traglastbereich A kann beispielsweise durch eine grüne Färbung den Bereich der Lastpositionen angeben, in dem die momentan angehängte Last unterhalb eines vorgegebenen Anteils der maximal zulässigen Traglast, wie z. B. 90% der maximal zulässigen Traglast, liegt. So kann ein zweiter (kritischer) Traglastbereich B beispielsweise durch eine gelbe Färbung einen kritischen Bereich von Lastpositionen, in dem die angehängte Last die maximal zulässige Traglast annähernd erreicht (z.B. zwischen 90% und 100% der maximal zulässigen Traglast liegt. Ein sich daran anschließender dritter (unzulässiger) Traglastbereich C kann beispielsweise durch eine rote Färbung den Bereich der Lastpositionen angeben, in dem die momentan angehängte Last die maximal zulässige Traglast überschreiten würde bzw. die Standsicherheit des Krans aufgrund seines Eigengewichts nicht mehr gewährleistet ist (z.B. rückwärtige Standsicherheit). Die Grenze zwischen dem zweiten Traglastbereich B und dem dritten Traglastbereich C stellt die Traglastgrenze dar.

[0057] Die Steuereinheit 20 berechnet für die jeweilige momentane Lastposition und für die Stellungen des Auslegers 5, die den möglichen Lastpositionen entsprechen, die die momentane Lastposition umgeben, die entsprechenden maximal zulässigen Traglasten und ermittelt den entsprechenden Anteil, den die momentan angehängte Traglast daran hat. Dieser Anteil wird in der Segmentdarstellung positionsabhängig in geeigneter Weise durch eine flächige optische Gestaltung farblich usw. dargestellt.

[0058] Dadurch kann der Kranführer zu jedem Zeitpunkt in jedem aktuellen Zustand des Mobilkrans 1 erkennen, welchen Abstand die momentane Lastposition von einer durch die maximal zulässigen Traglasten definierten Grenze (d.h. Grenze, die durch Erreichen bzw. Überschreiten der maximal zulässigen Traglast durch die angehängte Last) aufweist, so dass er beurteilen kann, welche Bewegungen des Auslegers 5 zulässig sind und welche eine kritische Annäherung an eine Lastposition bewirken, an der die angehängte Last der maximal zulässigen Traglast entspricht.

[0059] Befindet sich z. B. die Position der angehängten Last im zweiten (kritischen) Traglastbereich B, so kann jede Ansteuerung des Auslegers 5, die die Last weiter in Richtung einer Lastposition bringen würde, bei der die maximal zulässige Traglast verringert wäre, durch die Steuereinheit 20 mit verlangsamter Verstellgeschwindigkeit umgesetzt und/oder bei Erreichen der Traglastgrenze unterbunden werden. Dagegen dürfen Ansteuerungen in Verstellrichtungen des Auslegers 5, die die Traglast wieder zurück in den ersten (unkritischen) Bereich der Auslegerstellungen bringen würden, durch die Steuereinheit 20 unverändert ausgeführt werden.

[0060] Allgemein kann die Steuereinheit 20 also eine Verstellgeschwindigkeit des Auslegers abhängig von dem Verlauf der Traglastgrenze, die die Positionen einer angehängten Last angibt, bei der die maximal zulässige Traglast des Mobilkrans 1 durch die angehängte Last überschritten wird, im vorgegebenen Stellbereich des Auslegers 5 einstellen. Insbesondere kann die Verstellgeschwindigkeit des Auslegers 5 abhängig von der angehängten Last und abhängig von einem Abstand zwischen einer Lastposition der angehängten Last und einer Position, an der die angehängte Last die maximal zulässige Traglast erreicht, eingestellt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Verstellgeschwindigkeit abhängig von einem Gradienten des Verlaufs der maximal zulässigen Traglast bezüglich der Verstellrichtung eingestellt werden. Zusätzlich kann eine Reduzierung der Verstellgeschwindigkeit abhängig von dem Verhältnis der Last zu der maximal zulässigen Traglast an der momentanen Lastposition erfolgen.

[0061] Insbesondere kann die Verstellgeschwindigkeit gegenüber dem Wunsch des Benutzers reduziert werden bzw. die vom Benutzer gewünschte Verstellgeschwindigkeit begrenzt werden, wenn der Gradient des Verlaufs der maximal zulässigen Traglast in Richtung der gewünschten Verstellbewegung relativ groß (z.B. größer als ein vorgegebener Schwellenwert) ist und ein Mindestabstand zu der Traglastgrenze unterschritten ist. Das Einstellen der Verstellgeschwindigkeit abhängig von dem Gradienten des Verlaufs der maximal zulässigen Traglast in Richtung der gewünschten Verstellbewegung hat den Vorteil, dass eine Annäherung an die Traglastgrenze so langsam ausgeführt wird, dass ein Überschwingen des Auslegers 5 bzw. der angehängten Last über die Tragfähigkeitsgrenze hinaus vermieden werden kann.

[0062] In Figur 4 ist ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Betreiben des Mobilkrans 1 dargestellt.

[0063] In Schritt S1 wird eine momentane Stellung des Auslegers 5 und die momentane Lastposition ermittelt. Ausgehend von der momentanen Lastposition werden weitere Stellungen des Auslegers 5 definiert, die einen Umgebungsbereich von möglichen Lastpositionen um die momentane Lastposition definieren.

[0064] In Schritt S2 werden für die momentane Stellung des Auslegers 5 und die weiteren Stellungen des Auslegers 5 eine jeweilige Lastbegrenzung ermittelt, die von der Abstützgeometrie abhängt.

[0065] In einem nachfolgenden Schritt S3 werden für die momentane Stellung des Auslegers 5 und die weiteren Stellungen des Auslegers 5 jeweils eine durch die Ausleger-Traglastfähigkeit angegebene Lastbegrenzung basierend auf der Auslegerfestigkeitstabelle und in Schritt S4 jeweils die eine oder die mehreren funktionsbasierten Lastbegrenzungen basierend auf den weiteren Parametern und gegebenenfalls bezüglich weiterer begrenzender Parameter bestimmt.

[0066] In Schritt S5 wird für die momentane Stellung des Auslegers 5 und die weiteren Stellungen des Auslegers 5 jeweils eine maximal zulässige Tragfähigkeit durch Minimbildung der Lastbegrenzungen bestimmt.

[0067] In Schritt S6 werden diejenigen Stellungen des Auslegers 5 aus den oben vorgegebenen Stellungen des Auslegers 5 bestimmt, an denen die angehängte Last die maximal zulässige Traglast erreicht oder überschreitet. Diese Stellungen des Auslegers 5 definieren die Traglastgrenze.

[0068] In Schritt S7 werden die Lastpositionen, die den vorgegebenen Stellungen des Auslegers 5 entsprechen, Traglastbereichen zugeordnet und wie oben beschrieben grafisch dargestellt. Die grafische Darstellung kann die Darstellung der Absolutwerte der maximal zulässigen Traglast für den gesamten Traglastbereich umfassen und/oder die Segmentdarstellung zur Darstellung des Umfeldes der Lastposition bezüglich der Traglastgrenze. Insbesondere werden bei der Segmentdarstellung die Traglastbereiche durch unterschiedliche optische Gestaltung voneinander unterschieden, so dass ein Benutzer intuitiv zulässige Kranbewegungen für die angehängte Last erkennen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Mobilkrans (1) mit einem Ausleger (5), mit folgenden Schritten:

- Ermitteln von maximal zulässigen Traglasten für mehrere Stellungen in einem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5);
- Ermitteln eines örtlichen Verlaufs einer Traglastgrenze und/oder eines oder mehrerer Traglastbereiche basierend auf einer angehängten Last und auf den maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen des vorgegebenen Stellungsbereichs des Auslegers (5), wobei der örtliche Verlauf der Traglastgrenze denjenigen Stellungen des Auslegers bzw. denjenigen Positionen der Last entspricht, an denen die aktuell angehängte Last gleich der maximal zulässigen Traglast ist, wobei die Traglastbereiche diejenigen Stellungen des Auslegers bzw. die diejenigen Lastpositionen angeben, an denen ein Verhältnis der angehängten Last zu der maximal zulässigen Traglast innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt; und
- Betreiben des Mobilkrans (1) abhängig von dem ermittelten örtlichen Verlauf der Traglastgrenze und/oder dem einen oder den mehreren ermittelten Traglastbereichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die maximal zulässigen Traglasten für den vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5) mithilfe einer Auslegerfestigkeitstabelle sowie basierend auf einer Abstützgeometrie von Abstützeinrichtungen (10) ermittelt werden, wobei insbesondere durch die Auslegerfestigkeitstabelle und die Abstützgeometrie für jede der mehreren Stellungen des Auslegers (5) jeweilige Lastbegrenzungen bestimmt werden, wobei durch Bestimmung des Minimums der durch die Auslegerfestigkeitstabelle und durch die Abstützgeometrie bestimmten Traglastgrenzen die maximal zulässigen Traglasten ermittelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die durch die Abstützgeometrie bestimmten Lastbegrenzungen für die mehreren Stellungen des Auslegers (5) in dem vorgegebenen Stellungsbereich mithilfe einer Momentenbilanz um eine oder mehrere durch die Abstützgeometrie bestimmte Kipplinien (KL) ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die maximal zulässigen Traglasten für die Stellungen in dem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5) mithilfe von Lastbegrenzungen ermittelt werden, die durch ein oder mehrere von einem oder mehreren weiteren Parametern abhängige, kennfeldbasierte oder funktionsbasierte Tragfähigkeits-Modelle oder durch einen oder mehrere begrenzende Parameter bestimmt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei beim Betreiben des Mobilkrans (1) die mehreren Stellungen des Auslegers (5) in dem vorgegebenen Stellungsbereich in einem bestimmten geometrischen Umfeld zur momentanen Stellung des Auslegers (5) berücksichtigt werden, um die entsprechenden maximal zulässigen Traglasten zu ermitteln, wobei eine Verstellgeschwindigkeit des Auslegers (5) abhängig von einem dadurch ermittelten Verlauf einer Traglastgrenze im vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5) gewählt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Verstellgeschwindigkeit des Auslegers (5) abhängig von einer angehängten Last und abhängig von einem Abstand zwischen einer Position der angehängten Last und der Traglastgrenze eingestellt wird, wobei die Traglastgrenze der Positionen der Last entspricht, an der die angehängte Last die maximal zulässige Traglast erreicht, wenn diese in einer Verstellrichtung bewegt wird, wobei die Verstellgeschwindigkeit insbesondere abhängig von einem Gradienten des Verlaufs der maximal zulässigen Traglast bezüglich der Verstellrichtung eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei für den vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5) die maximal zulässigen Traglasten als absolute Wertangabe oder als relative Wertangabe, die das Verhältnis der

angehängten Last zu der bei einer betreffenden Stellung des Auslegers (5) im vorgegebenen Stellungs-
bereich bestehenden maximal zulässigen Traglast angeben, im vorgegebenen Stellungs-
bereich auf einer Anzeige (22) dargestellt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die absolute Wertangabe oder die relative Wertangabe der maximal zulässigen
Traglasten visuell unterscheidbar, insbesondere durch eine jeweils zugeordnete Färbung, Helligkeit oder Schattie-
rung, auf der Anzeige dargestellt werden.

9. Steuereinheit (20) zum Betreiben eines Mobilkrans (1) mit einem Ausleger (5), wobei die Steuereinheit (20) ausge-
bildet ist, um Berechnungen auszuführen, um

- maximal zulässige Traglasten für mehrere Stellungen in einem vorgegebenen Stellungs-
bereich des Auslegers (5) zu ermitteln;
- einen örtlichen Verlauf der Traglastgrenze und/oder einen oder mehrere Traglastbereiche basierend auf einer
angehängten Last und auf den maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen des vorgegebenen
Stellungs-
bereichs des Auslegers (5) zu ermitteln, wobei der örtliche Verlauf der Traglastgrenze denjenigen
Stellungen des Auslegers bzw. denjenigen Positionen der Last entspricht, an denen die aktuell angehängte
Last gleich der maximal zulässigen Traglast ist, wobei die Traglastbereiche diejenigen Stellungen des Auslegers
bzw. diejenigen Lastpositionen angeben, an denen ein Verhältnis der angehängten Last zu der maximal zuläs-
sigen Traglast innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt; und
- den Mobilkran (1) abhängig von dem örtlichen Verlauf der ermittelten Traglastgrenze und/oder von dem einen
oder den mehreren ermittelten Traglastbereichen zu betreiben.

10. System für einen Mobilkran (1) umfassend

- eine Steuereinheit (20) nach Anspruch 9; und
- eine Anzeigeeinrichtung (21) zur visuellen Darstellung einer Anzeige (22), um im vorgegebenen Stellungs-
bereich des Auslegers (5) maximal zulässige Traglasten als absolute Wertangabe oder als relative Wertangabe,
die das Verhältnis der angehängten Last zur bei einer Stellung des Auslegers (5) bestehenden maximal zuläs-
sigen Traglast angeben, für Stellungen des Auslegers (5) im vorgegebenen Stellungs-
bereich darzustellen.

11. System für einen Mobilkran (1) umfassend

- eine Steuereinheit (20) nach Anspruch 9; und
- eine Anzeigeeinrichtung (21) zur visuellen Darstellung einer Anzeige (22), um für den vorgegebenen Stel-
lungs-
bereich die Traglastbereiche um eine momentane Lastposition, die einer momentanen Stellung des Aus-
legers entspricht, darzustellen.

12. System nach Anspruch 11, wobei die Anzeigeeinrichtung (21) ausgebildet ist, um die Traglastbereiche flächig als
visuell voneinander unterscheidbare Bereiche, insbesondere als farblich und/oder durch ihre Helligkeiten unter-
scheidbare Bereiche darzustellen

Claims

1. A method of operating a mobile crane (1) with a boom (5), comprising the steps of:

- determining maximum permissible loads for a plurality of positions in predetermined position range of the
boom (5);
- determining a local curve of local load limits and / or one or more local load ranges based on a suspended
load and on the maximum permissible loads for the plurality of positions of the predetermined position range
of the boom (5); wherein the local curve of the load limit indicate those positions of the boom or those load
positions, respectively, where the suspended load equals the maximum permissible load, wherein the load
ranges indicate those positions of the boom or those load positions, respectively, where a ratio of the suspended
load and the maximum permissible load is within a specified range, and
- operating the mobile crane (1), depending on the local curve of the determined load limits and/or the one or
more determined load ranges.

2. The method of claim 1, wherein the maximum permissible loads for the plurality of positions in the predetermined position range of the boom (5) are determined using a boom strength table and based on a support geometry of support means (10), wherein, in particular, respective load limitations are determined by the boom strength table and by the support geometry for each of the plurality of positions of the boom (5), wherein the maximum permissible loads are then determined by a minimum operation applied on the load limits determined by the boom strength table and by the support geometry.
3. The method of claim 2, wherein load limitations determined by the support geometry for the plurality of positions of the boom (5) in the predetermined position range are determined using a torque balance around one or more tilting lines (KL) defined by the support geometry.
4. A method according to claim 2 or 3, wherein the maximum permissible loads for different positions in the predetermined position range of the boom (5) are determined by means of load limitations determined by one or more load rating models which are map-based or function-based and depending on one or more further parameters or determined by one or more limiting parameters.
5. Method according to one of claims 1 to 4, wherein in operation of the mobile crane (1), the plurality of positions of the boom (5) in a given geometric surrounding of the current position of the boom (5) is considered in order to determine the maximum permissible loads, wherein an adjustment speed of the boom (5) is selected depending on the curve of a load limit in the predetermined position range of the boom (5).
6. The method of claim 5, wherein the adjustment speed of the boom (5) is controlled depending on a suspended load and on a distance between the current load position and a load limit, wherein the load limit corresponds to the positions of the load at which the suspended load reaches the maximum permissible load if it is moved in an adjustment direction, wherein the adjustment speed may be controlled depending on a gradient of the curve of the maximum permissible load with respect to the adjustment direction.
7. A method according to any one of claims 1 to 6, wherein the maximum permissible loads for the predetermined position range of the boom are displayed on a display for the predetermined position range as an absolute value indication or a relative value indication that indicates the ratio of the suspended load to the maximum permissible load.
8. The method of claim 7, wherein the absolute value indication or the relative value indication of the maximum permissible loads are displayed on the display in a visually distinguishable manner, in particular by a respectively assigned coloring, brightness or shading.
9. A control unit (20) for operating a mobile crane (1) is provided with a boom (5), wherein the control unit (20) is configured to:
 - determine maximum permissible loads for a plurality of positions in a predetermined position range of the boom (5);
 - determine a local curve of load limits and / or one or more load ranges based on a suspended load and on the maximum permissible load for the plurality of positions of the predetermined position range of the boom (5), wherein the local curve of the load limits indicate those positions of the boom or those load positions, respectively, where the suspended load equals the maximum permissible load, wherein the load ranges indicate those positions of the boom or those load positions, respectively, where a ratio of the suspended load and the maximum permissible load is within a specified range; and
 - operate the mobile crane (1) depending on the local curve of the determined load limits and / or the one or more determined load ranges.
10. System for a mobile crane (1) comprising:
 - the control unit (20) according to claim 9; and
 - a display means (21) for visually presenting a display (22) to present maximum permissible loads in the predetermined position range of the boom (5) as an absolute value indication or as a relative value indication for the plurality of positions of the boom (5) in the predetermined position range, wherein the relative value indication defines a ratio of the suspended load to the maximum permissible load at a position of the boom.
11. System for a mobile crane (1) comprising:

- a control unit (20) according to claim 9; and
- a display means (21) for visually presenting a display (22) to present, for the predetermined position range, the load ranges in the vicinity of a current load position corresponding to a current position of the boom.

12. The system of claim 11, wherein the display means (21) is configured to present the load ranges as visually distinguishable areas, particularly as areas which can be distinguished by their colors and / or by their brightnesses.

Revendications

1. Procédé d'exploitation d'une grue mobile (1) comportant une flèche (5), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- déterminer les charges admissibles maximales pour plusieurs positions dans une plage de positions prédéfinies de la flèche (5) ;
- déterminer une allure locale d'une limite de charge et/ou une ou plusieurs plages de charge sur la base d'une charge suspendue et des charges admissibles maximales pour les plusieurs positions de la plage de positions prédéfinie de la flèche (5), l'allure locale de la limite de charge correspondant aux positions de la flèche ou aux positions de la charge, auxquelles la charge actuellement suspendue est égale à la charge admissible maximale, les plages de charge indiquant les positions de la flèche ou les positions de charge, auxquelles un rapport de la charge suspendue à la charge admissible maximale se trouve dans une plage prédéfinie ; et
- exploiter la grue mobile (1) en fonction de l'allure locale déterminée de la limite de charge et/ou de la ou des plusieurs plages de charge déterminées.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les charges admissibles maximales pour la plage de positions prédéfinie de la flèche (5) sont déterminées à l'aide d'un tableau de résistance de flèche ainsi que sur la base d'une géométrie de support de dispositifs de support (10), dans lequel des limitations de charge respectives sont notamment déterminées par le tableau de résistance de flèche et la géométrie de support pour chacune des plusieurs positions de la flèche (5), dans lequel les charges admissibles maximales sont déterminées grâce à la détermination du minimum des limites de charge déterminées par le tableau de résistance de flèche et par la géométrie de support.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les limitations de charge déterminées par la géométrie de support pour les plusieurs positions de la flèche (5) dans la plage de positions prédéfinie sont déterminées à l'aide d'un bilan des couples autour d'une ou plusieurs lignes de basculement (KL) déterminées par la géométrie de support.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les charges admissibles maximales pour les positions dans la plage de positions prédéfinie de la flèche (5) sont déterminées à l'aide de limitations de charge qui sont déterminées par un ou plusieurs modèles de capacité de charge basés sur des diagrammes caractéristiques, basés sur des fonctions ou dépendants d'un ou plusieurs autres paramètres ou par un ou plusieurs paramètres limitatifs.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, pour l'exploitation de la grue mobile (1), les plusieurs positions de la flèche (5) dans la plage de positions prédéfinie sont prises en compte dans un environnement géométrique déterminé pour la position momentanée de la flèche (5), afin de déterminer les charges admissibles maximales correspondantes, dans lequel une vitesse de déplacement de la flèche (5) est sélectionnée en fonction d'une allure ainsi déterminée d'une limite de charge dans la plage de positions prédéfinie de la flèche (5).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel la vitesse de déplacement de la flèche (5) est réglée en fonction d'une charge suspendue et en fonction d'une distance entre une position de la charge suspendue et la limite de charge, dans lequel la limite de charge correspond aux positions de la charge auxquelles la charge suspendue atteint la charge admissible maximale lorsque celle-ci est déplacée dans une direction de déplacement, dans lequel la vitesse de déplacement est en particulier réglée en fonction d'un gradient de l'allure de la charge admissible maximale relative à la direction de déplacement.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel, pour la plage de positions prédéfinie de la flèche (5), les charges admissibles maximales sont représentées dans la plage de positions prédéfinie sur un affichage (22) en tant que valeur absolue ou relative qui indiquent le rapport de la charge suspendue à la charge admissible maximale présente dans la plage de positions prédéfinie pour une position visée de la flèche (5).

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel la valeur absolue ou relative de la charge admissible maximale est

représentée sur l'affichage afin d'être distinguée visuellement, en particulier par une coloration, une luminosité ou une nuance respectivement associée.

- 5 **9.** Unité de commande (20) pour exploiter une grue mobile (1) comportant une flèche (5), dans laquelle l'unité de commande (20) est conçue pour effectuer des calculs afin de

- déterminer des charges admissibles maximales pour plusieurs positions dans une plage de positions prédéfinie de la flèche (5) ;
- 10 - déterminer une allure locale de la limite de charge et/ou une ou plusieurs plages de charge sur la base d'une charge suspendue et des charges admissibles maximales pour les plusieurs positions de la plage de positions prédéfinie de la flèche (5), l'allure locale de la limite de charge correspondant aux positions de la flèche ou aux positions de la charge auxquelles la charge actuellement suspendue est égale à la charge admissible maximale, les plages de charge indiquant les positions du cantilever ou les positions de charge auxquelles un rapport de la charge suspendue à la charge admissible maximale se trouve dans une plage prédéfinie ; et
- 15 - exploiter la grue mobile (1) en fonction de l'allure locale de la limite de charge déterminée et/ou de la ou des plages de charge déterminées.

- 10.** Système de grue mobile (1) comprenant

- 20 - une unité de commande (20) selon la revendication 9 ; et
- un dispositif d'affichage (21) pour la représentation visuelle d'un affichage (22) afin de représenter, dans la plage de positions prédéfinie de la flèche (5), des charges admissibles maximales en tant que valeurs absolues ou relatives, qui indiquent le rapport de la charge suspendue à la charge admissible maximale présente dans une position de la flèche (5), pour des positions de la flèche (5) dans une plage de positions prédéfinie.

- 11.** Système de grue mobile (1) comprenant

- 30 - une unité de commande (20) selon la revendication 9 ; et
- un dispositif d'affichage (21) pour la représentation visuelle d'un affichage (22) afin de représenter, pour la plage de positions prédéfinie, la plage de charge autour d'une position de charge momentanée correspondant à une position momentanée de la flèche.

- 12.** Système selon la revendication 11, dans lequel le dispositif d'affichage (21) est conçu pour représenter les plages de charge en deux dimensions en tant que plages pouvant être distinguées les unes des autres visuellement, en particulier en tant que plages pouvant être distinguées par leurs couleurs et/ou par leurs luminosités.

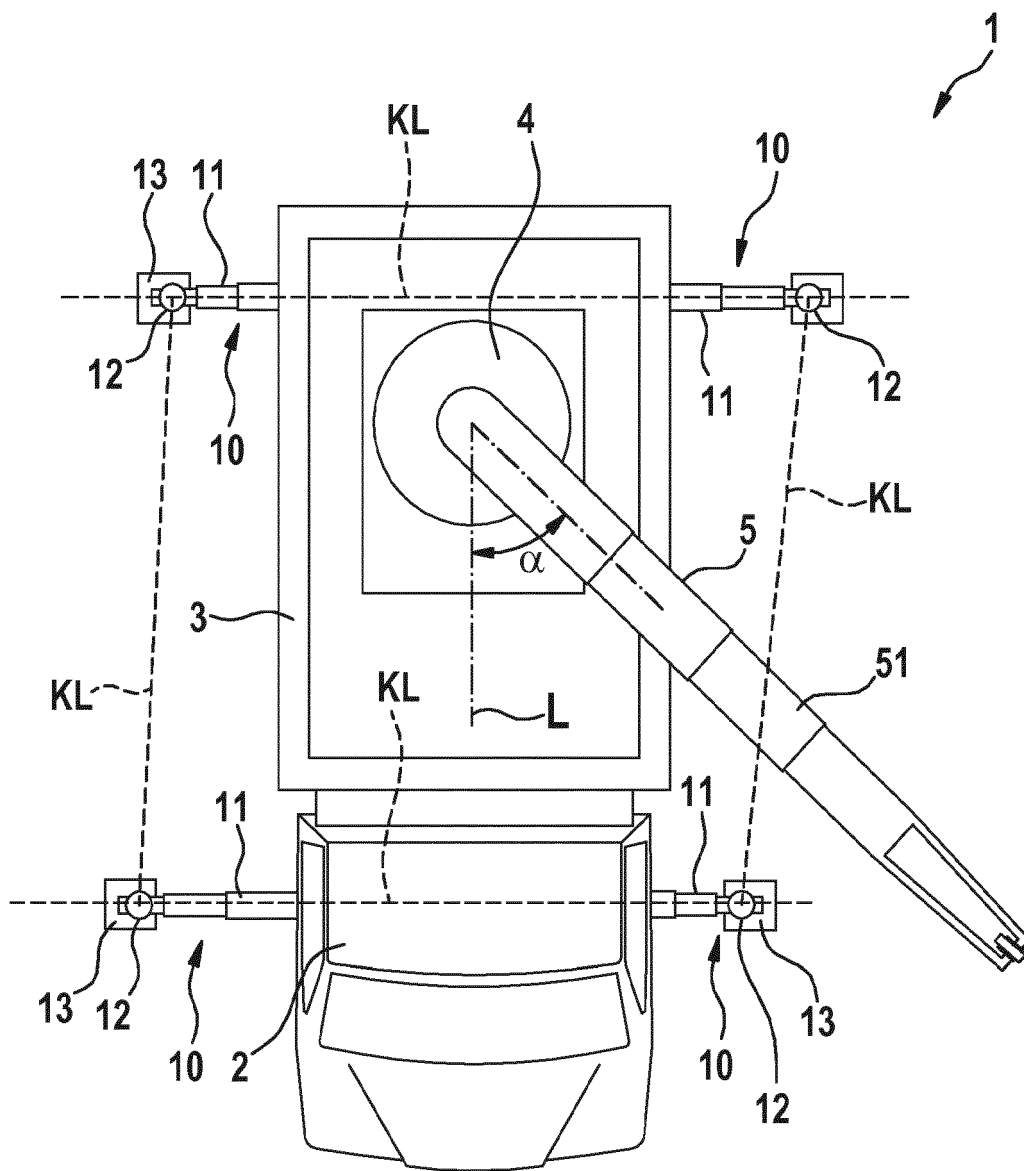


Fig. 1a

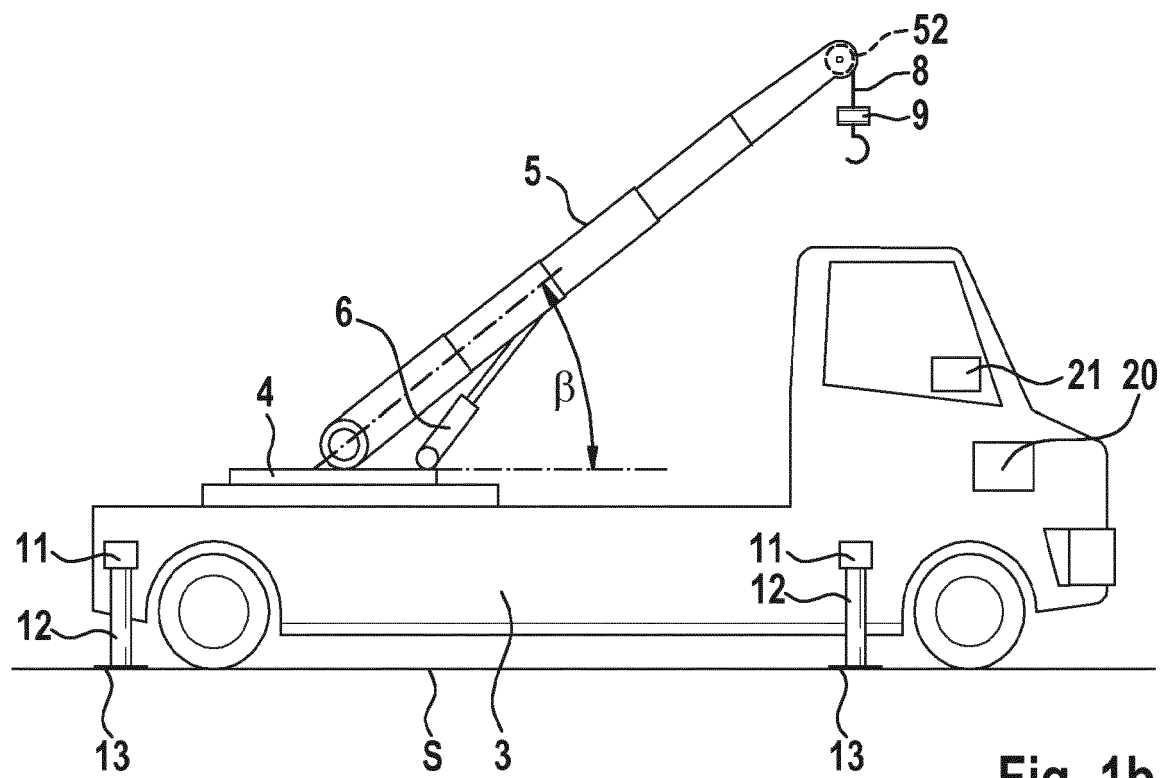


Fig. 1b

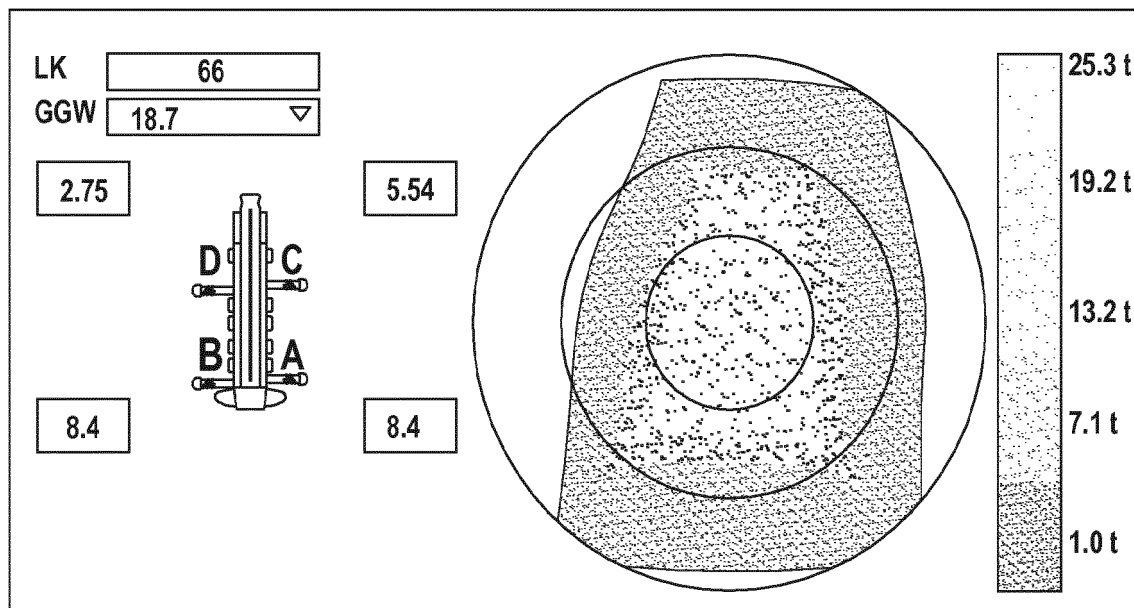


Fig. 2

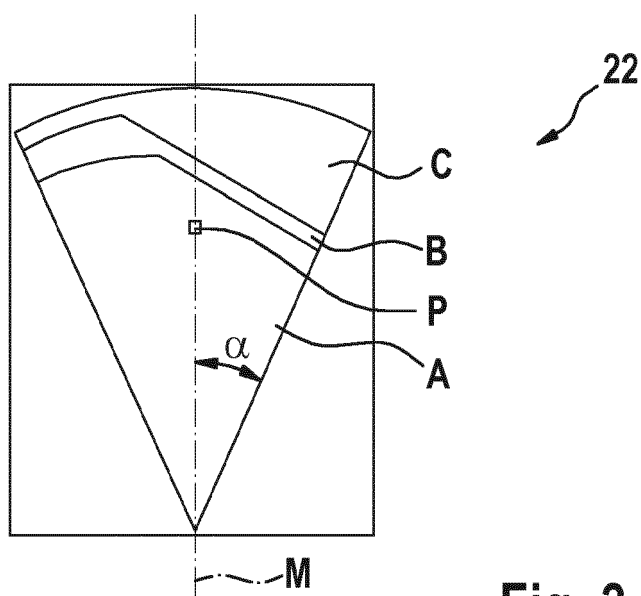


Fig. 3

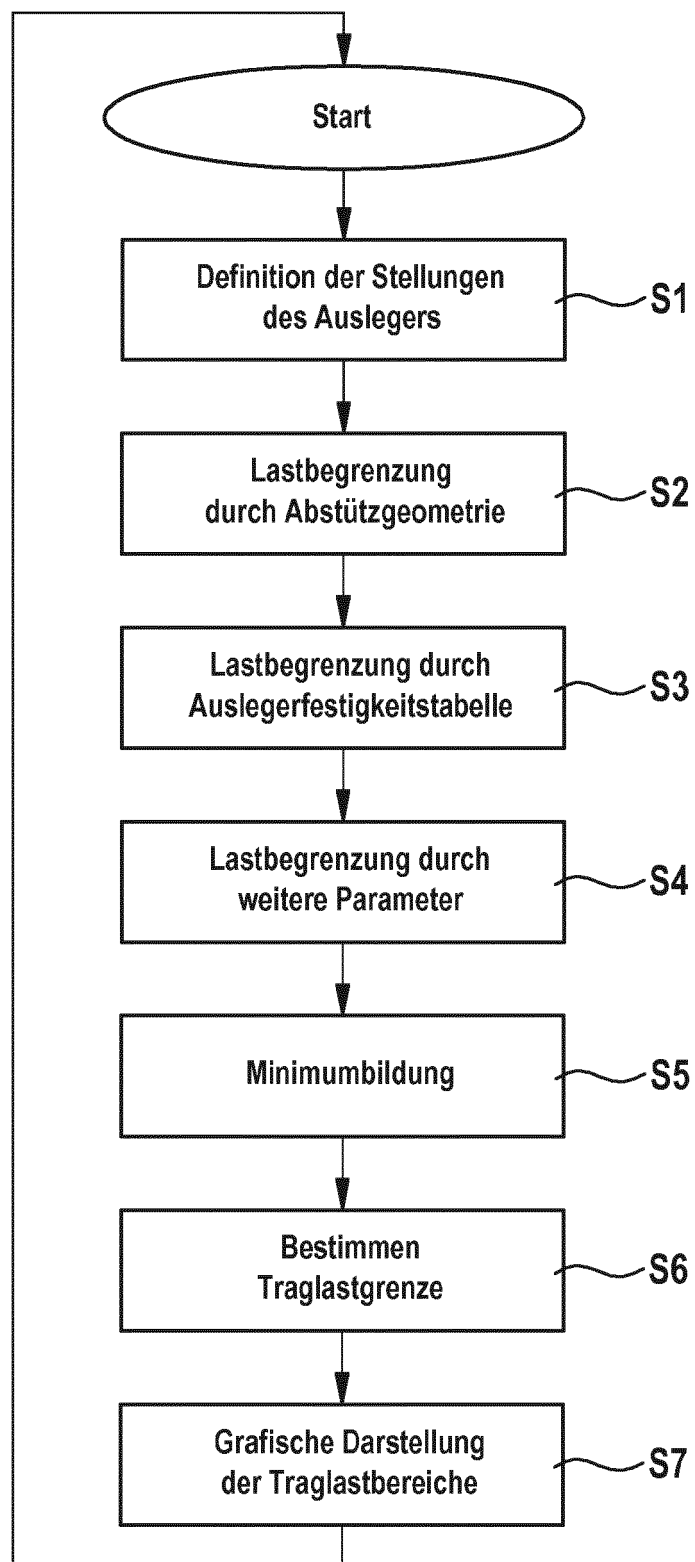


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1444162 B1 **[0005]**
- EP 1925586 B1 **[0006]**
- EP 1025585 A1 **[0007]**
- EP 2674384 A1 **[0008]**
- DE 202010014309 U1 **[0009]**
- EP 0539207 A1 **[0010]**
- WO 2012135882 A1 **[0011]**