

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
29. Oktober 2015 (29.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/162096 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B66C 23/90 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/058525
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2015 (20.04.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 105 618.3
22. April 2014 (22.04.2014) DE
- (71) Anmelder: **TEREX CRANES GERMANY GMBH**
[DE/DE]; Dinglerstrasse 24, 66482 Zweibrücken (DE).
- (72) Erfinder: **BRAUN, Matthias**; Fichtenweg 3, 66453 Gersheim (DE). **MAASS, Stefan**; In der Gaß 5, 66557 Illingen (DE). **STÖHR, Markus**; Köllner Strasse 59, 66773 Schwalbach (DE). **ROTH, Matthias**; Kantstrasse 8a, 66914 Waldmohr (DE). **HEINTZ, Heiko**; Missouristrasse 6, 66482 Zweibrücken (DE).
- (74) Anwalt: **BANSE & STEGLICH**
PATENTANWALTSKANZLEI; Herzog-Heinrich-
Strasse 23, 80336 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A MOBILE CRANE, AND MOBILE CRANE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES MOBILKRANS SOWIE MOBILKRAN

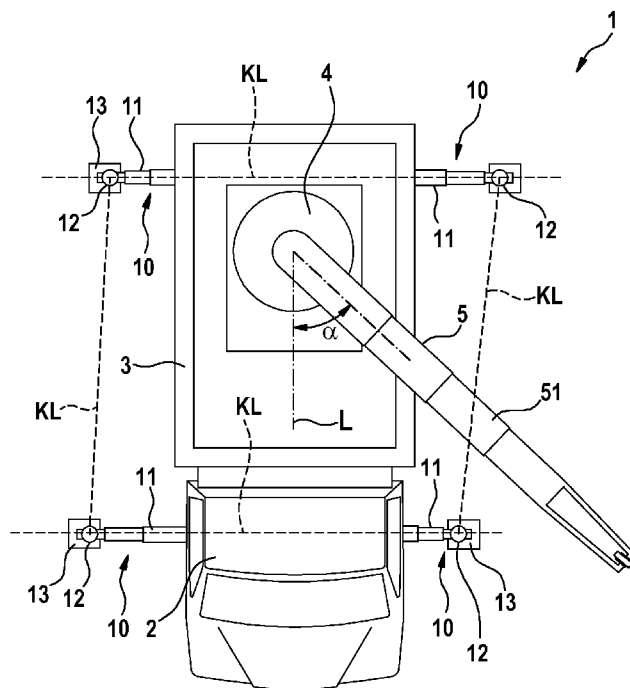


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a mobile crane (1) with a boom (5), having the following steps: - ascertaining maximally allowable support loads for multiple positions in a specified positioning range of the boom (5); - ascertaining a support load limit and/or one or more support load ranges on the basis of a suspended load and the maximally allowable support loads for the multiple positions of the specified positioning range of the boom (5); and - operating the mobile crane (1) on the basis of the support load limit and/or one or more support load ranges.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein 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 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); und - Betreiben des Mobilkrans (1) abhängig von den Traglastgrenze und/oder einem oder mehrerer Traglastbereiche.

WO 2015/162096 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Mobilkrans sowie Mobilkran

Technisches Gebiet

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

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.

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.

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.

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.

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 Über-

schreitung überwachen. Eine der Grenzkurven stellt die Abhängigkeit der Auslegerfestigkeit über die geometrischen Freiheitsgrade des Auslegers dar oder basiert auf dieser Abhängigkeit.

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.

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 Kranbetriebs 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.

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

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.

Weitere Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

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.

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.

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.

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.

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 Drehkranzes, 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.

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 er-

mittelten Verlauf einer Traglastgrenze im vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers gewählt, eingestellt und begrenzt wird.

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.

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 wieweit er eine vorgegebene Last an einer vorgegebenen sicheren Startposition heraus, in eine unkritische Richtung gehend in eine zumindest zweite, sichere Zielposition bewegen kann.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

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

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.

Beschreibung der Ausführungsformen

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 Lastbegren-

zung, die durch die Abstützgeometrie der durch die Abstützzylinder 12 definierten Abstützpositionen bestimmt ist.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

Zur Durchführung der Berechnung ist die Steuereinheit 20 mit diversen (nicht gezeigten) Sensoren gekoppelt, um die tatsächliche Position der Abstützzylinder 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 ma-

ximal 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.

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.

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.

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.

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 Stellungsbereich 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.

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.

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

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.

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.

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.

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

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.

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 Traglastberei-

che durch unterschiedliche optische Gestaltung voneinander unterschieden, so dass ein Benutzer intuitiv zulässige Kranbewegungen für die angehängte Last erkennen kann.

Ansprüche

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 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); und
 - Betreiben des Mobilkrans (1) abhängig von der ermittelten Traglastgrenze und/oder dem einen oder den mehreren 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 Stellungsbereich bestehenden maximal zulässigen Trag-

- last angeben, im vorgegebenen Stellungsbereich 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 Schattierung, auf der Anzeige dargestellt werden.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei 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.
 10. Steuereinheit (20) zum Betreiben eines Mobilkrans (1) mit einem Ausleger (5), wobei die Steuereinheit (20) ausgebildet ist, um Berechnungen auszuführen, um
 - maximal zulässige Traglasten für mehrere Stellungen in einem vorgegebenen Stellungsbereich des Auslegers (5) zu ermitteln;
 - eine Traglastgrenze und/oder einen oder mehrere Traglastbereiche basierend auf einer angehängten Last und auf den maximal zulässigen Traglasten für die mehreren Stellungen des vorgegebenen Stellungsbereichs des Auslegers (5) zu ermitteln; und
 - den Mobilkran (1) abhängig von der Traglastgrenze und/oder von dem einen oder den mehreren Traglastbereichen zu betreiben.
 11. System für einen Mobilkran (1) umfassend
 - eine Steuereinheit (20) nach Anspruch 10; und
 - eine Anzeigeeinrichtung (21) zur visuellen Darstellung einer Anzeige (22), um im vorgegebenen Stellungsbereich 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 zulässigen Traglast angeben, für Stellungen des Auslegers (5) im vorgegebenen Stellungsbereich darzustellen.

12. System für einen Mobilkran (1) umfassend
 - eine Steuereinheit (20) nach Anspruch 10; und
 - eine Anzeigeeinrichtung (21) zur visuellen Darstellung einer Anzeige (22), um für den vorgegebenen Stellungsbereich die Traglastbereiche um eine momentane Lastposition, die einer momentanen Stellung des Auslegers entspricht, darzustellen.

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

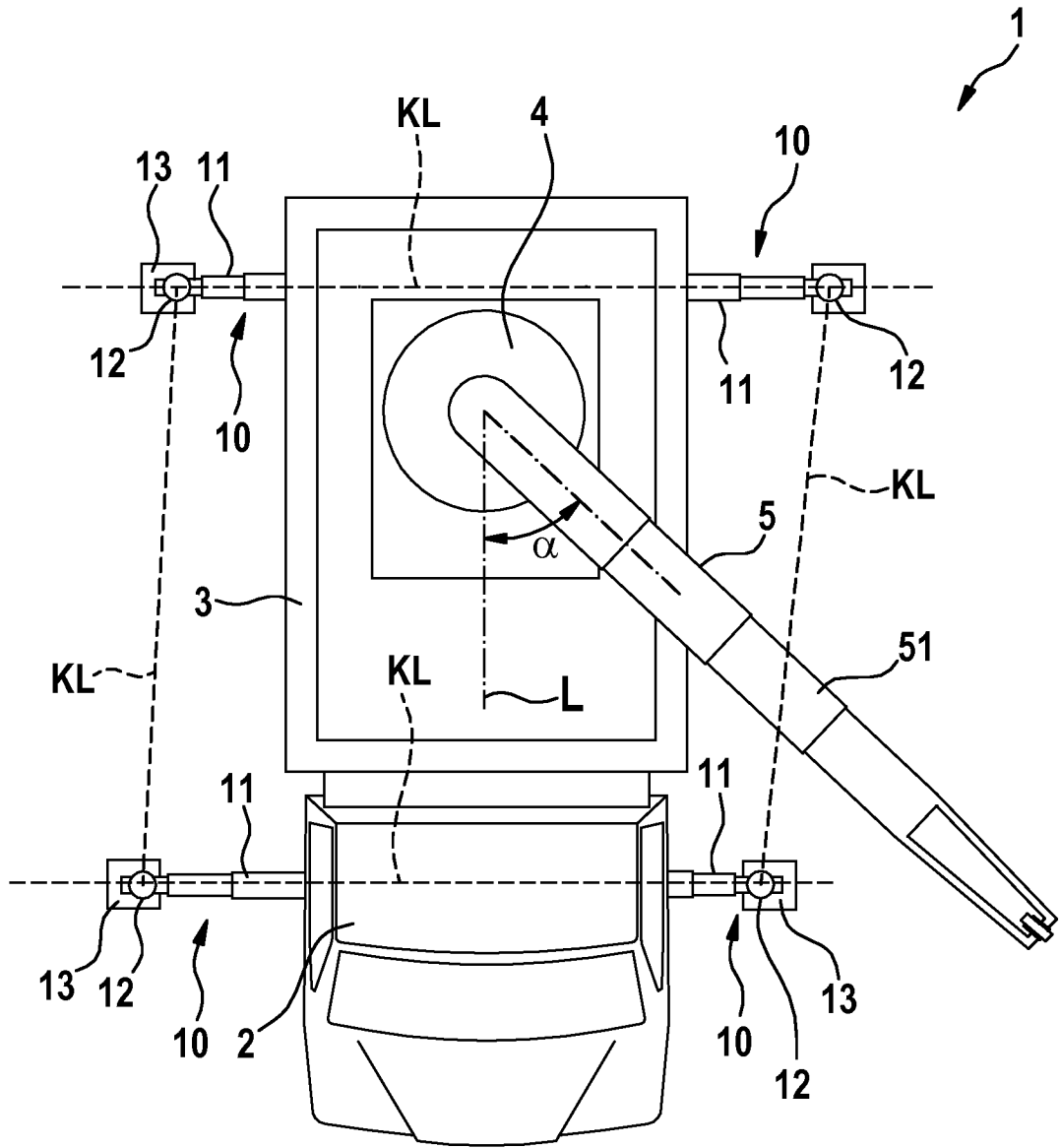


Fig. 1a

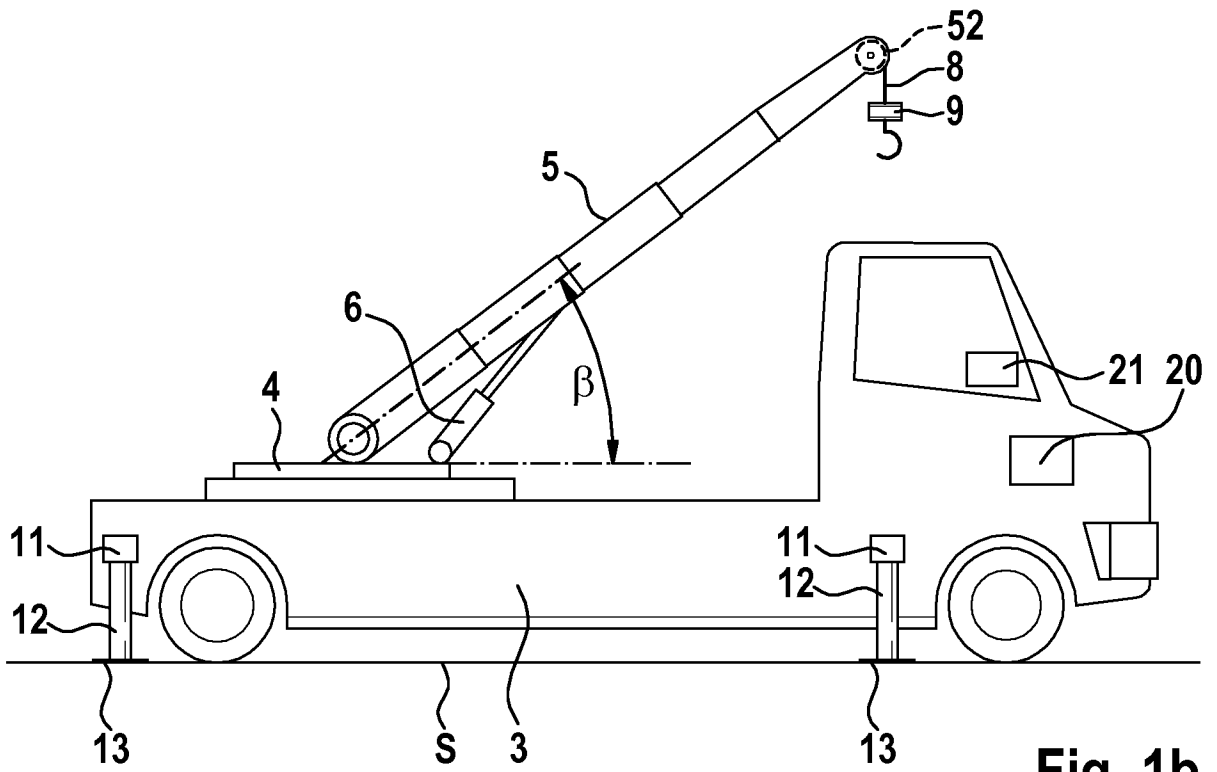


Fig. 1b

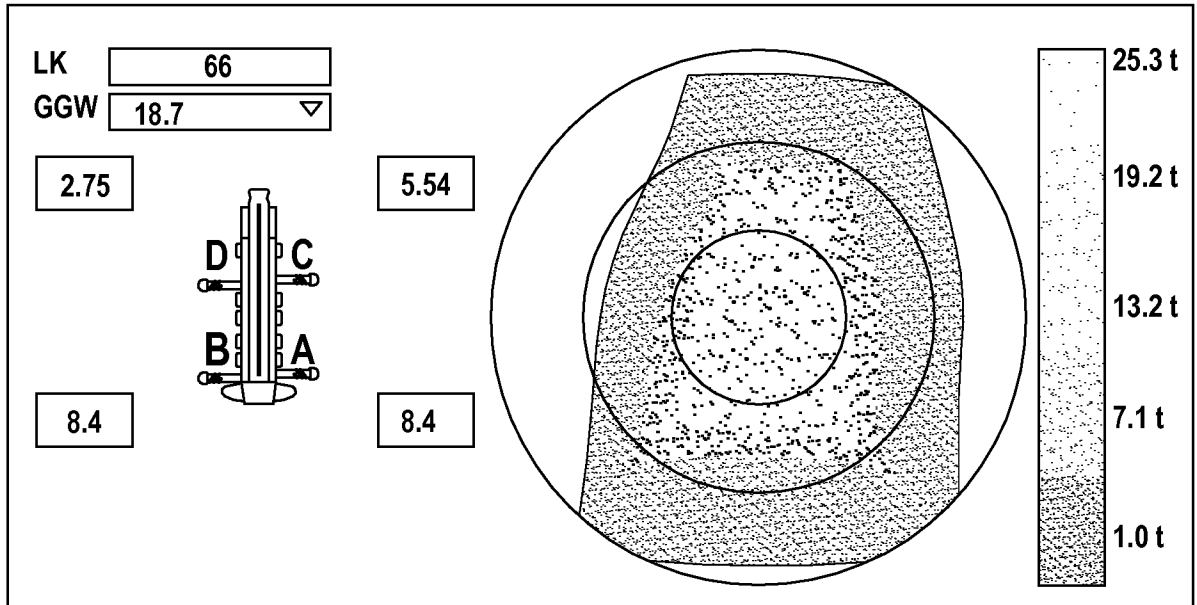


Fig. 2

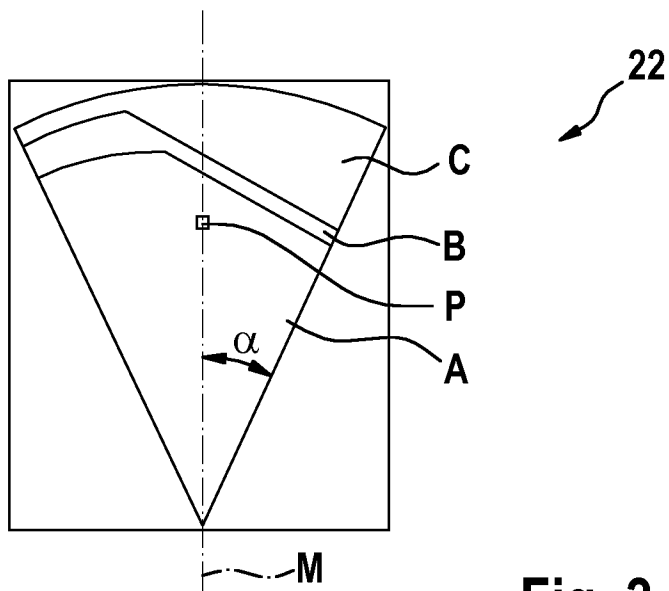


Fig. 3

4 / 4

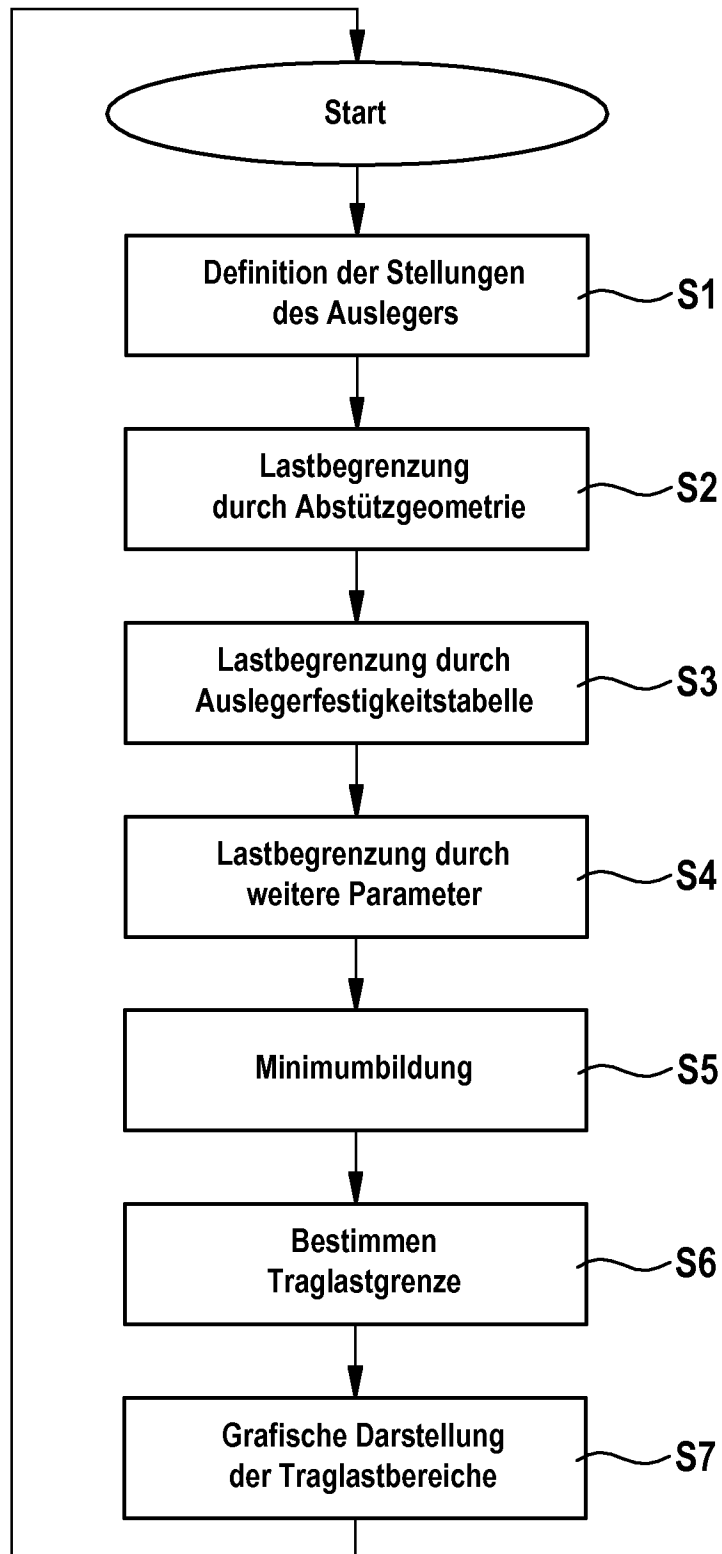


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/058525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B66C23/90
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B66C E02F B60S E04G G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 20 2010 014309 U1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 18 January 2012 (2012-01-18) paragraph [0007] - paragraph [0014] figures	1-13
Y	EP 0 539 207 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 28 April 1993 (1993-04-28) page 1, line 13 - line 33 der zweite Teil der Beschreibung figures	1-13
Y	WO 2012/135882 A1 (PALFINGER AG [AT]; ZINKE THOMAS [DE]) 11 October 2012 (2012-10-11) abstract	3
A	figure 2	1
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 21 May 2015	Date of mailing of the international search report 29/05/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Guthmuller, Jacques

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/058525

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2012 011726 A1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 19 December 2013 (2013-12-19) paragraph [0001] paragraph [0010] - paragraph [0016] paragraph [0026] -----	1,10
A	DE 10 2010 025022 A1 (HIRSCHMANN AUTOM & CONTROL [DE]) 29 December 2011 (2011-12-29) paragraph [0003] figures 1-3 -----	1,2
A	DE 199 33 917 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 3 February 2000 (2000-02-03) abstract figures page 3, line 9 - line 30 -----	1-13
A	US 5 711 440 A (WADA MINORU [JP]) 27 January 1998 (1998-01-27) abstract figures column 2, line 13 - line 37 -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/058525

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 202010014309 U1	18-01-2012	CN 102556867 A	11-07-2012
		DE 102011115224 A1	19-04-2012
		DE 202010014309 U1	18-01-2012
		US 2012101694 A1	26-04-2012
EP 0539207 A1	28-04-1993	DE 69203425 D1	17-08-1995
		DE 69203425 T2	07-12-1995
		EP 0539207 A1	28-04-1993
		JP 2564060 B2	18-12-1996
		JP H05116889 A	14-05-1993
		US 5217126 A	08-06-1993
WO 2012135882 A1	11-10-2012	AT 511234 A1	15-10-2012
		AU 2012239830 A1	17-10-2013
		CN 103476699 A	25-12-2013
		EP 2694426 A1	12-02-2014
		US 2014032060 A1	30-01-2014
		WO 2012135882 A1	11-10-2012
DE 102012011726 A1	19-12-2013	NONE	
DE 102010025022 A1	29-12-2011	CN 102834343 A	19-12-2012
		DE 102010025022 A1	29-12-2011
		EP 2585399 A1	01-05-2013
		JP 2013529583 A	22-07-2013
		RU 2013102583 A	27-07-2014
		US 2013087522 A1	11-04-2013
		WO 2011160803 A1	29-12-2011
DE 19933917 A1	03-02-2000	DE 19933917 A1	03-02-2000
		JP 2000034093 A	02-02-2000
		KR 20000011832 A	25-02-2000
		US 6170681 B1	09-01-2001
US 5711440 A	27-01-1998	CN 1139413 A	01-01-1997
		EP 0728696 A1	28-08-1996
		JP H07125987 A	16-05-1995
		US 5711440 A	27-01-1998
		WO 9513241 A1	18-05-1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B66C23/90 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B66C E02F B60S E04G G01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 20 2010 014309 U1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 18. Januar 2012 (2012-01-18) Absatz [0007] - Absatz [0014] Abbildungen -----	1-13
Y	EP 0 539 207 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 28. April 1993 (1993-04-28) Seite 1, Zeile 13 - Zeile 33 der zweite Teil der Beschreibung Abbildungen -----	1-13
Y	WO 2012/135882 A1 (PALFINGER AG [AT]; ZINKE THOMAS [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) Zusammenfassung Abbildung 2 -----	3
A	----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
21. Mai 2015	29/05/2015	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Guthmuller, Jacques	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2012 011726 A1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 19. Dezember 2013 (2013-12-19) Absatz [0001] Absatz [0010] - Absatz [0016] Absatz [0026] -----	1,10
A	DE 10 2010 025022 A1 (HIRSCHMANN AUTOM & CONTROL [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) Absatz [0003] Abbildungen 1-3 -----	1,2
A	DE 199 33 917 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 3. Februar 2000 (2000-02-03) Zusammenfassung Abbildungen Seite 3, Zeile 9 - Zeile 30 -----	1-13
A	US 5 711 440 A (WADA MINORU [JP]) 27. Januar 1998 (1998-01-27) Zusammenfassung Abbildungen Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 37 -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/058525

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202010014309 U1	18-01-2012	CN 102556867 A	11-07-2012
		DE 102011115224 A1	19-04-2012
		DE 202010014309 U1	18-01-2012
		US 2012101694 A1	26-04-2012

EP 0539207 A1	28-04-1993	DE 69203425 D1	17-08-1995
		DE 69203425 T2	07-12-1995
		EP 0539207 A1	28-04-1993
		JP 2564060 B2	18-12-1996
		JP H05116889 A	14-05-1993
		US 5217126 A	08-06-1993

WO 2012135882 A1	11-10-2012	AT 511234 A1	15-10-2012
		AU 2012239830 A1	17-10-2013
		CN 103476699 A	25-12-2013
		EP 2694426 A1	12-02-2014
		US 2014032060 A1	30-01-2014
		WO 2012135882 A1	11-10-2012

DE 102012011726 A1	19-12-2013	KEINE	

DE 102010025022 A1	29-12-2011	CN 102834343 A	19-12-2012
		DE 102010025022 A1	29-12-2011
		EP 2585399 A1	01-05-2013
		JP 2013529583 A	22-07-2013
		RU 2013102583 A	27-07-2014
		US 2013087522 A1	11-04-2013
		WO 2011160803 A1	29-12-2011

DE 19933917 A1	03-02-2000	DE 19933917 A1	03-02-2000
		JP 2000034093 A	02-02-2000
		KR 20000011832 A	25-02-2000
		US 6170681 B1	09-01-2001

US 5711440 A	27-01-1998	CN 1139413 A	01-01-1997
		EP 0728696 A1	28-08-1996
		JP H07125987 A	16-05-1995
		US 5711440 A	27-01-1998
		WO 9513241 A1	18-05-1995
