

(19)



(11)

EP 2 674 384 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2013 Patentblatt 2013/51

(51) Int Cl.:
B66C 23/90 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13002979.6**

(22) Anmeldetag: **11.06.2013**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Liebherr-Werk Ehingen GmbH
89584 Ehingen/Donau (DE)**

(72) Erfinder: **Ruoß, Oliver
89584 Ehingen/Donau (DE)**

(30) Priorität: **13.06.2012 DE 102012011726
13.06.2012 DE 102012011871**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter et al
Lorenz-Seidler-Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)**

(54) **Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit sowie Kran**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit eines Krans mit einer variablen Abstützbasis und einer Überwachungseinheit, wobei mehrere Sicherheitskriterien während des Kranbetriebes überwacht werden, indem für jedes Kriterium, das von wenigstens einem die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig ist, ein zulässiger spezifischer Grenzwert während des Kranbetriebs berechnet und auf Einhaltung überwacht wird. Daneben betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Krans mit einer

Überwachungseinheit, die eine von einem oder mehreren veränderbaren Parametern abhängige zulässige Traglast während des Kranbetriebs berechnet, und einer Sensorik, die die aktuellen veränderbaren Parameter während des Kranbetriebs erfasst und der Überwachungseinheit zur Verfügung stellt, wobei ein oder mehrere Sensorwerte vor der Berechnung der zulässigen Traglast modifiziert werden, um die zulässige Traglast für einen oder mehrere zukünftige Parameter zu bestimmen.

EP 2 674 384 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit eines Krans sowie einen Kran mit einer variablen Abstützbasis.

[0002] Es ist bekannt, die Kransicherheit mittels einer Kransteuerung während des Kranbetriebes zu überwachen. Die Gewährleistung der Kransicherheit basiert auf der Einhaltung diverser Sicherheitskriterien. Als mögliche Sicherheitskriterien werden beispielhaft die Bauteilfestigkeit von Auslegersystemen, Hubseilen, Lasthaken, Drehkranz, Wippzylinder, mechanischen Verbindungen etc. einerseits und die Standsicherheit des Krans andererseits genannt. Die Standsicherheit des Krans betreffende Kriterien sind beispielsweise das Kippen des Krans in Lastrichtung, Kippen des Krans in Gegenlastrichtung, Windgeschwindigkeit, der geplante Oberwagendrehwinkel etc. Zu jedem dieser Kriterien sind zulässige Grenzwerte bestimmbar, die für die Gewährleistung der Kransicherheit während des Kranbetriebs gesondert auf Einhaltung überwacht werden müssen.

[0003] Der Überwachungsprozess wird durch eine implementierte Kransteuerung, insbesondere der Lastmomentbegrenzung des Krans, automatisiert ausgeführt. Überwachungsereignisse können angezeigt und gegebenenfalls zum Eingriff in die Kranbewegung führen.

[0004] Bei der Herstellung und Prüfung des Krans werden vorab für alle genannten Kriterien sogenannte Traglasttabellen errechnet, deren Tabelleneinträge für konkrete Krankonfigurationen maximal zulässige Traglasten definieren.

[0005] In der Regel wird ein Kran abgestützt betrieben, wobei die Größe der Abstützbasis abhängig von dem Ausschiebezustand bzw. Ausklappzustand der Schiebe- bzw. Klappholme der Abstützvorrichtung ist. Falls eine symmetrische Abstützung aufstellortbedingt unmöglich ist, schlägt die EP 0 779 238 B1 vor, die gesamte Abstützbasis auf den kleinsten vorhandenen Ausschiebezustand bzw. Ausklappzustand zu reduzieren. Nachteilig geht bei dieser Vorgehensweise in weiten Teilen des Oberwagendrehwinkels tatsächlich vorhandene Traglast verloren. Zudem ist in dieser Ausführungsform die Position der Schiebe- bzw. Klappholme auf vorgegebene konkrete Stellungen begrenzt, da der Kranbetrieb nur für eine begrenzte Anzahl von Abstützstellungen zulässig ist.

[0006] Eine alternative Lösung schlägt die EP 0 779 238 B1 vor. Diese legt einzelne Drehwinkelbereiche für den Oberwagen fest und gibt für jeden Bereich eine einheitliche maximale Traglast vor. Diese bestimmte maximale Traglast entspricht jeweils der kleinsten in den einzelnen Bereichen zulässigen Traglast. Auch bei dieser Lösung geht aufgrund des Sprunges zwischen den Drehwinkelbereichen tatsächlich vorhandene Traglast verloren.

[0007] Aus der DE 20 2006 017 730 U1 ist ein alternativer Ansatz bekannt. Die vorgenannten Sicherheitskriterien werden nicht mehr ausschließlich anhand von vorgerechneten und abgespeicherten Traglasttabellen überwacht, sondern ein Teil dieser Kriterien wird auch einzeln gegenüber der aktuell auf dem Kran vorliegenden Werte überwacht. Hierdurch wird eine gewisse Diversität in der Kranüberwachung erzielt, jedoch kann aufgrund des Rückgriffs auf einzelne Traglasttabellen die maximal mögliche Traglast nicht ausgeschöpft werden.

[0008] Die DE 10 2005 035 460 A1 schlägt vor, aus den vorhandenen Traglasttabellen für bestimmte Kranzustände einzelne Stützstellen herauszunehmen und basierend auf diesen Stützwerten mittels Interpolation die aktuell vorliegende maximale Traglast zu ermitteln. Auch hier unterliegt die bestimmte zulässige Traglast einer gewissen Ungenauigkeit, was gegebenenfalls zu einem spürbaren Verlust von maximaler Traglast führt.

[0009] Den aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungsvarianten ist es gemein, dass stets auf vorberechnete Traglasttabellen zurückgegriffen wird. Eine variable Krankonfiguration, insbesondere eine variable Abstützbasis, führt jedoch zu einer unendlichen Anzahl von möglichen Krankonfigurationen und entsprechenden Traglasttabellen. Es ist wünschenswert, die Krankonfiguration insbesondere am Einsatzort möglichst flexibel gestalten zu können.

[0010] Bekannte Krane werden derart betrieben, dass die Parameter soweit verändert werden dürfen, bis die zulässige Traglast der tatsächlichen Traglast entspricht oder diese überschreitet. Die Kransteuerung soll das Hineinfahren des Krans in einen unzulässigen Bereich vermeiden und unterbindet weitere Kranbewegungen, die zur Grenzüberschreitung führen würden. Die zulässige Traglast wird jeweils anhand der hinterlegten Traglasttabellen bestimmt. Weicht man jedoch von der üblichen Praxis mit vorberechneten Traglasttabellen ab, fehlen diese notwendigen festen Grenzwerte und es lassen sich auch keine festen Eingriffsgrenzen und Warngrenzen definieren.

[0011] Wird diese Grenze nun doch während des Kranbetriebes überschritten, möglicherweise aufgrund umschlagender Wetterbedingungen, so befindet sich der Kran im unzulässigen Arbeitsbereich. Zur Reduzierung der davon ausgehenden Gefahren erfolgt ein Eingriff der Lastmomentbegrenzung in die Kransteuerung, der bis zur vollständigen Blockade sämtlicher Kranbewegungen führen kann.

[0012] Bisher war ein sogenannter Schlüsselschalter vorgesehen, welcher das Ausführen von Kranbewegungen ohne oder nur mit teilweise aktiver Lastmomentbegrenzung ermöglichte. Nützlich war diese Funktion zum Herstellen der Arbeitsbereitschaft des Krans oder auch zum Herausfahren aus einem nicht zulässigen Arbeitsbereich, wenn beispielsweise die Lastmomentbegrenzung eine Kranbewegung gestoppt hat.

[0013] Wird nun ein Schlüsselschalter nicht mehr eingebaut, können Kranbewegungen nur dann ausgeführt werden, wenn diese im zulässigen Traglastbereich erfolgen. Ist der Kran aber in einen nicht zulässigen Bereich gefahren worden, so unterbricht die Lastmomentbegrenzung die aktuelle Kranbewegung und blockiert alle weiteren Kranbewegungen.

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zur Überlastsicherung an Kranen weiterzuentwickeln.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Merkmal des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen des Verfahrens sind Gegenstand der nachfolgenden abhängigen Ansprüche.

[0016] Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit eines Krans mit einer variablen Abstützbasis sowie einer Überwachungseinheit vorgeschlagen. Die Abstützbasis bestimmt sich aus dem Ausfahr- bzw. Ausklappzustand der Abstützvorrichtung. Die Überwachungseinheit überwacht mehrere Sicherheitskriterien während des Kranbetriebs zur Gewährleistung der Kransicherheit.

[0017] Die einzelnen Sicherheitskriterien können beispielsweise die Bauteilfestigkeit, Bauteilbelastung sowie die Standsicherheit des Krans betreffen. Insbesondere fallen hierunter das Kippen des Krans in Lastrichtung, Kippen des Krans in Gegenlastrichtung, Reißen des Hubseils, Bauteilfestigkeit des Auslegersystems, Windgeschwindigkeit, Lastgrenzen des Unterwagens, Festigkeit des Lasthakens, Drehkranzbelastung, Wippzylinderfestigkeit, Festigkeit der mechanischen Verbindungen sowie der beabsichtigte zu verwendende Drehwinkel des Oberwagens mit Ausleger während des Kraneinsatzes.

[0018] Konkretisierte Berechnungsbeispiele für die Überwachung einzelne Kriterien sind beispielsweise die kleine Prüflast, die große Prüflast, Lastabriss, Kippwinkel, Kippen nach hinten ohne Last sowie insgesamt weit mehr als 30 Kriterien. Einzelne Kriterien können beispielsweise in entsprechender DIN-Norm spezifiziert sein.

[0019] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass die Überwachungseinheit für jedes Kriterium, das von wenigstens einem die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig ist, ein zulässiger spezifischer Grenzwert während des Kranbetriebs berechnet wird. Es wird demnach vollständig auf die Berücksichtigung einer Traglasttabelle für entsprechende Kriterien verzichtet.

[0020] Ein Kriterium ist von wenigstens einem die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig, sobald die tatsächliche Krankonfiguration am Einsatzort bzw. während des Kranbetriebs Einfluss auf die Einhaltung des Kriteriums hat. Hierunter fällt neben der Rüstkonfiguration auch jede Kranbewegung, die Einfluss auf ein entsprechendes Kriterium hat. Beispielsweise die aktuelle Auslegerstellungen, die Abstützbasis, der Oberwagendrehwinkel etc..

[0021] Wenigstens ein spezifischer Grenzwert stellt die zulässige spezifische Traglast dar, bis zu der ein entsprechendes Kriterium eingehalten und die Kransicherheit nicht gefährdet wird.

[0022] Die einzelnen spezifischen Grenzwerte bzw. zulässigen spezifischen Traglasten können getrennt während des Kranbetriebs überwacht werden und mit den tatsächlich vorliegenden Kranzustandswerten verglichen werden. Alternativ oder zusätzlich kann es vorteilhaft sein, aus den einzelnen zulässigen spezifischen Grenzwerten bzw. Traglasten eine gemeinsame zulässige Traglast zu ermitteln. In diesem Fall wird für jeden Kranzustand bzw. Krankonfiguration eine gemeinsame maximal zulässige Traglast bestimmt.

[0023] Durch das Rechnen der Kriterien auf dem Kran ergibt sich in jeder Situation die maximal mögliche Traglast, die sich aus den Kriterien für die aktuelle Situation ergeben. Dies ist der herausragende Vorteil gegenüber vorgerechneten Tabellen, die immer ein Minimum über bestimmte Dimensionen darstellen und die mögliche Traglast des Krans niemals vollständig ausschöpfen können. Die nicht mehr vorgerechneten Kriterien werden erfindungsgemäß zur Laufzeit, also während des Kranbetriebes, auf dem Kran gerechnet. Die erfindungsgemäße Ausführung des Verfahrens führt nunmehr zu einem Verfahren bzw. einer Überwachungseinrichtung, die eine beliebige Abstützbasis, d. h. eine beliebige Stellung der Abstützholme zulässt und gleichzeitig überwacht. Bisher war zwar eine beliebige Stellung mechanisch möglich, jedoch wurde diese nicht für jeden Fall von der Überwachungseinrichtung abgesichert.

[0024] Es kann zweckmäßig sein, dass für die Berechnung der gemeinsamen zulässigen Traglast die einzelnen Kriterien in wenigstens zwei unterschiedliche Kriterienarten aufgeteilt werden. Beispielsweise werden die einzelnen Kriterien in linear abhängige sowie linear unabhängige Kriterienarten aufgeteilt. Linear abhängig bedeutet vorzugsweise, dass ein derartiges Kriterium von wenigstens einem weiteren Kriterium abhängt. Insbesondere kann wenigstens ein linear abhängiges Kriterium von wenigstens einem berechneten spezifischen Grenzwert/Traglast wenigstens eines weiteren linear abhängigen und/oder linear unabhängigen Kriteriums abhängig sein.

[0025] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens ergibt sich dadurch, dass in einem ersten Schritt für jedes linear unabhängige Kriterium die zulässige spezifische Traglast berechnet wird. Aus der Menge der spezifischen Traglasten für die linear unabhängigen Kriterien wird im Anschluss das Minimum dieser Traglasten bestimmt. Die zulässige Traglast der linear abhängigen Kriterien wird mittels Iteration ermittelt. Denkbar ist es, dass die Iteration mit dem Minimum der zulässigen Traglasten der linear unabhängigen Kriterien beginnt und ein Minimum der Traglasten der linear abhängigen Kriterien ermittelt, was zugleich der gemeinsamen zulässigen Traglast für den Kran entspricht.

[0026] Zur Beschleunigung des Verfahrens für die Ermittlung der zulässigen Traglast kann beispielsweise auf die Sektion, insbesondere fortgesetzte Bisektion, gesetzt werden. Hierdurch lässt sich die Berechnungszeit für die Ermittlung der zulässigen Traglast verringern.

[0027] Es besteht die Möglichkeit, zusätzlich zum erfindungsgemäßen Verfahren ein oder mehrere Traglasttabellen in einer Speichereinheit des Krans zu hinterlegen und für die Überwachung des Krans zu berücksichtigen. Bei den

gespeicherten Traglasttabellen handelt es sich jedoch ausschließlich um solche, die nicht von einem die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebes betreffenden Parameter abhängig sind. Bei der Erstellung der Traglasttabellen werden alle Kriterien, die von wenigstens einem die Krankonfiguration während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig sind, ausgeschlossen. Folglich werden hauptsächlich festigkeitsrelevante Traglastbeschränkungen auf dem Kran als vorgerechnete Traglasttabellen hinterlegt. Diese beinhalten Grenzwerte, deren Einhaltung eine nachhaltige Schädigung des Krans durch mechanisches Überlasten, beispielsweise durch Lastaufnahme, vermeidet.

[0028] Gemäß Anspruch 9 wird ein Verfahren zum Betreiben eines Krans mit einer Überwachungseinheit vorgeschlagen, wobei die Überwachungseinheit eine von einem oder mehreren veränderbaren Parametern abhängige zulässige Traglast während des Kranbetriebs berechnet. Das erfindungsgemäße Verfahren setzt keine oder keine vollständige Traglasttabelle voraus. Die Berechnung erfolgt während des Kranbetriebs auf dem Kran. Besonders bevorzugt erfolgt die Berechnung der zulässigen Traglast gemäß dem vorangehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren, d.h. gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8. Dieses Verfahren kann jedoch auch unabhängig von dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 implementiert sein.

[0029] Der oder die aktuellen veränderbaren Parameter sind beliebig. Ein oder mehrere Parameter charakterisieren beispielsweise die aktuelle Krankonfiguration oder ausgeführte Kranbewegungen bzw. -aktivitäten. Bei dem Parameter kann es sich um einen die Position des Krans oder eines Kranbauteils betreffenden Parameter handeln.

[0030] Bei wenigstens einem Parameter kann es sich um die Auslegerlänge, den Auslegerwinkel, den Direktballastradius und bzw. oder den Drehwinkel der Drehbühne handeln. Es handelt sich, wie ausgeführt, hierbei um Beispiele, selbstverständlich sind auch andere Parameter denkbar.

[0031] Zudem ist eine Sensorik vorgesehen, die die aktuellen veränderbaren Parameter während des Kranbetriebs erfasst und der Überwachungseinheit zur Verfügung stellt. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass ein oder mehrere Sensorwerte vor der Berechnung der zulässigen Traglast modifiziert werden. Auf diese Weise ist es möglich, die zulässige Traglast für ein oder mehrere zukünftige Parameter zu bestimmen.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt folglich eine vorausschauende Berechnung der möglichen zulässigen Traglast für zukünftige Kranbewegungen. Die Überwachungseinheit des Krans berechnet also in Echtzeit auf dem Kran und zu jeder Zeit, welche zulässigen Traglasten bei Fortführung der aktuell ausgeführten Kranbewegungen in naher Zukunft auftreten werden. Weitergehend lassen sich umfangreiche Prognosen für die Entwicklung der zukünftigen zulässigen Traglast in Abhängigkeit aktueller und zukünftiger Kranaktivitäten anstellen. Diese Vorgehensweise kann insbesondere dann notwendig sein, wenn keine festen Grenzwerte, d.h. Traglasttabellen, für die Kranüberwachung existieren. Vorzugsweise rechnet der Kran stets parallel zum Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 eine Vorausschau, wie sich die zulässige Traglast verändert, wenn die aktuelle Ist-Bewegung bzw. aktuell mögliche Kranbewegung weiter ausgeführt wird.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren erfordert keine umfassende Erweiterung eines bestehenden Krans bzw. einer Überwachungseinheit. Vielmehr sind geringfügige Modifikationen ausreichend, um bestehende Systeme für die Ausführung des Verfahrens anzupassen. Es sind lediglich Mittel zur Manipulation der erfassten Sensorwerte vorzusehen.

[0034] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Überwachungseinheit in Abhängigkeit der berechneten zulässigen Traglast wenigstens einen Parameter während des Kranbetriebs verändert, um die zulässige Traglast zu kontrollieren. Beispielsweise lässt sich die Geschwindigkeit der Parameterveränderung kontinuierlich oder stufenweise verringern bzw. stoppen, bevor ein Parameterwert erreicht wird, bei dem die zulässige Traglast der tatsächlichen Traglast entspricht. Damit reagiert die Überwachungseinheit, sobald sich die Traglast in Richtung null verändert. Eine anhängige Kranbewegung kann rechtzeitig verlangsamt bzw. gestoppt werden, um ein Überschreiten der zulässigen Traglast zu vermeiden. Alternativ oder zusätzlich kann eine Ausgabe bzw. Anzeige einer möglichen Überschreitung bzw. einer Annäherung an eine mögliche Überschreitung an den Kranbediener erfolgen.

[0035] Je nach Ergebnis der Vorausschau wird die gewünschte Sollbewegung des Krans zugelassen, eingeschränkt oder vollständig blockiert. Ein wesentliches Merkmal hierbei ist die Steilheit der Veränderung der zulässigen Traglast. Diese Berechnung erfolgt über alle relevanten Sensoren.

[0036] Die Verringerung kann kontinuierlich erfolgen oder auch stufenweise. Die Verringerung der Geschwindigkeit kann zum Beispiel derart erfolgen, dass diese beim oder vor dem Erreichen der Übereinstimmung zwischen zulässiger und tatsächlicher Traglast von einem gegenüber der sonstigen Veränderungsgeschwindigkeit verringerten Wert gestuft auf null verringert wird oder dass der Wert null durch kontinuierliche Verringerung der Geschwindigkeit erreicht wird.

[0037] Es kann vorgesehen sein, dass die Geschwindigkeit der Parameterveränderung ab einer Differenz zwischen tatsächlicher und zulässiger Traglast, d. h. über einen bestimmten Restweg kontinuierlich oder stufenweise verringert wird.

[0038] Diese Differenz kann einen konstanten Wert annehmen oder einen Wert, der von der tatsächlichen und bzw. oder zulässigen Traglast oder deren Differenz oder dem Verhältnis dieser Differenz zu der tatsächlichen und bzw. oder zulässigen Traglast abhängt.

[0039] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Veränderung des oder der Parameter derart vorgenommen wird, dass

die tatsächliche Traglast die zulässige Traglast nicht übersteigen kann.

[0040] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass durch gezielte Modifikation wenigstens eines Sensorwertes geprüft wird, welche Parameteränderung bzw. Parameteränderungen zu einer Abnahme der tatsächlichen Traglast und bzw. oder zu einer Zunahme der zulässigen Traglast führen. Diese vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn der Kran sich bereits in einem unzulässigen Betriebsbereich befindet, d. h. die aktuelle Traglast eine zulässige Traglast überschreitet bzw. dieser entspricht. In diesem Fall zeigt das Verfahren bevorzugte Kranbewegungen auf, die ein besonders schnelles und sicheres Herausfahren aus dem nicht zulässigen Bereich ermöglichen.

[0041] Vorzugsweise wird jegliche Kranbewegung gestoppt, sobald die aktuelle Traglast die zulässige Traglast übersteigt bzw. dieser entspricht. Nachfolgend werden dem Kranbediener ein oder mehrere mögliche Parameteränderungen, d. h. Kranbewegungen zur Auswahl gestellt, um den Kran sicher und zuverlässig aus dem nicht zulässigen Bereich herausfahren zu können.

[0042] Es kann ausreichend sein, dem Kranbediener eine mögliche Parameteränderung anzuzeigen. Besser ist es jedoch, dem Bediener eine Auswahl an möglichen Parameteränderungen zur Verfügung zu stellen.

[0043] Zudem ist es zweckmäßig, nur die Parameteränderungen durch die Kransteuerung freizugeben, die ein möglichst sicheres und schnelles Herausfahren aus dem nicht zulässigen Betriebsbereich ermöglichen. Übrige Kranbewegungen bzw. Parameteränderungen werden begrenzt oder vollständig blockiert.

[0044] Zusätzlich zu wenigstens einem der vorgenannten Verfahren kann vorgesehen sein, dass ein integrierter Kran-einsatzplaner für die diversitäre Kranüberwachung während des Kranbetriebes genutzt wird. Der Kranplaner verwendet vorzugsweise hinterlegte Grenzkurven bzw. Hüllkurven für zumindest einen Teil der Kranparameter. Es existieren demnach zwei unabhängige Kranüberwachungsverfahren, um einerseits die Redundanz der Überwachung zu gewährleisten und zum anderen jeweils die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems zu überprüfen, indem die beiden unabhängig voneinander vorgesehenen Überwachungsverfahren die Funktionsfähigkeit des anderen Überwachungsverfahrens überprüfen. In diesem Zusammenhang wird vollumfänglich auf die DE 10 2008 021 627 genommen.

[0045] Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Kran mit einer Überwachungseinrichtung. Erfindungsgemäß führt die Überwachungseinrichtung wenigstens eines der voranstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren bzw. eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren aus. Die Vorteile und Eigenschaften des Krans entsprechen offensichtlich denen der erfindungsgemäßen Verfahren, weshalb an dieser Stelle auf eine erneute Beschreibung verzichtet werden soll. Besonders bevorzugt werden beide Verfahren als Kombination ausgeführt.

[0046] Weiterhin betrifft die Erfindung eine Kranüberwachungseinrichtung, insbesondere eine Lastmomentbegrenzung, zur Durchführung wenigstens eines der erfindungsgemäßen Verfahren bzw. einer vorteilhaften Ausgestaltung der Verfahren.

[0047] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Datenträger mit einer gespeicherten Software zur Ausführung wenigstens eines der erfindungsgemäßen Verfahren bzw. einer vorteilhaften Ausgestaltung wenigstens eines der Verfahren auf einer Kranüberwachungseinrichtung. Die Vorteile und Eigenschaften der Kranüberwachungseinrichtung bzw. des Datenträgers entsprechen offensichtlich denen der erfindungsgemäßen Verfahren, weshalb auch hier auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet wird.

[0048] Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung werden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figuren 1 bis 4: eine graphische Darstellung der Traglastverteilung in Abhängigkeit des Oberwagendrehwinkels bzw. der maximalen Ausladung, berechnet nach einem Verfahren gemäß Stand der Technik,

Figuren 5 bis 8: eine graphische Darstellung der Traglastverteilung in Abhängigkeit des Oberwagendrehwinkels sowie der maximalen Ausladung, berechnet nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Figur 9: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Überwachungseinheit und

Figur 10: ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrensablaufs.

[0049] Die Figuren 1 bis 8 zeigen die Verteilung der zulässigen Traglast eines Krans in Abhängigkeit seiner Ausladung bzw. des Oberwagendrehwinkels. Der zentral skizzierte Kran umfasst einen Unterwagen, einen auf den Unterwagen drehbar aufgesetzten Oberwagen und eine variable Abstützung. Die variable Abstützung umfasst insgesamt vier Schiebehölme, die in unterschiedliche Stützstellungen ausfahrbar sind. Zudem ist am Oberwagen ein wippbarer Kranausleger angeordnet, der teleskopierbar ausgestaltet sein kann. Während des Kranbetriebs hängt die aktuelle Traglast vom Drehwinkel des Oberwagens sowie der Lastausladung, d. h. dem Wippwinkel des Auslegers, ab.

[0050] Eine Überwachungseinrichtung des Krans überwacht die Einhaltung der zulässigen Traglast während des Kranbetriebs. Insbesondere wird durch das erfindungsgemäße Verfahren eine beliebige Stellung der Abstützhölme nicht nur zugelassen sondern gleichzeitig durch die Überwachungseinrichtung überwacht.

EP 2 674 384 A1

[0051] Der Kran bzw. die Überwachungseinrichtung greift auf wenige Traglasttabellen zurück, die festigkeitsrelevante Traglastbeschränkungen des Krans beinhalten. Diese sollen beispielsweise eine nachhaltige Schädigung des Krans durch mechanisches Überlasten verhindern. Für Sicherheitskriterien, die von ein oder mehreren Betriebsparametern des Krans abhängen, erfolgt die Berechnung der zulässigen Traglast zur Laufzeit auf dem Kran durch die Überwachungseinrichtung, d. h. also während des Kranbetriebes. Unter anderem werden folgende Kriterien gerechnet:

- Kleine Prüflast gemäß DIN 15019 Teil 2
- Große Prüflast gemäß DIN 15019 Teil 2
- Lastabriss gemäß DIN 15019 Teil 2
- Kippwinkel gemäß DE 13000 Anhang F
- Kippen nach hinten ohne Last gemäß BS 1757 und ISO 43053.3.2

[0052] Zusätzlich können insgesamt mehr als 30 Kriterien gerechnet werden. Das Rechnen der Kriterien auf dem Kran erlaubt es, in jeder Situation die maximal mögliche Traglast auszuschöpfen und nicht auf interpolations bzw. schätzungsbedingte Ungenauigkeiten Rücksicht nehmen zu müssen, die aus Sicherheitsgründen stets eine konservativ bestimmte zulässige Traglast erfordern.

[0053] Zur Berechnung der zulässigen Traglast werden die Kriterien in verschiedene, d. h. in mindestens zwei unterschiedliche Berechnungsarten aufgeteilt. Beispielsweise gilt für die Berechnung der großen Prüflast eine linear unabhängige Berechnungsart. Die große Prüflast berechnet sich mittels der folgenden Formel

$$TL = \frac{Kipplast - 0,1 * Auslegerkopfgewicht}{1,25},$$

wobei die Kipplast die Last bei der der Kran kippt darstellt und das Auslegerkopfgewicht durch einen definierten Gewichtsanteil am Ausleger definiert ist. Für die linear abhängige Berechnungsart kann beispielsweise das Kriterium der kleinen Prüflast herangezogen werden, die sich nach der Formel:

$$TL = \frac{Kipplast - H_{dyn} - W(TL)}{1,1}$$

berechnet. Auch hier stellt die Kipplast die Last bei der der Kran kippt dar. H_{dyn} charakterisiert den dynamischen Hublastbeiwert. W führt den Windeinfluss in die Berechnung ein, der unter Berücksichtigung der Traglast berechnet wird. Die kleine Prüflast ist demnach von der berechneten Traglast wenigstens eines Kriteriums abhängig, was als linear abhängig bezeichnet wird. Denkbar ist es ebenfalls, dass die Berechnung rekursiv ist. Für die Berechnung des Windeinflusses werden beispielsweise $1,2 \text{ m}^2$ Windangriffsfläche pro 1 t Traglast angenommen.

[0054] Der Algorithmus zur Berechnung teilt die Kriterien in linear abhängige und linear unabhängige Kriterien ein. Im ersten Schritt wird für jedes linear unabhängige Kriterium die zulässige Traglast ermittelt. Anschließend wird das Minimum dieser $TL_{\text{KriterienA}}$ dieser Traglasten bestimmt und festgehalten.

[0055] In einem zweiten Verfahrensschritt wird eine Iteration der zulässigen Traglast mit dem zuvor bestimmten Minimum $TL_{\text{KriterienA}}$ als Startwert durchgeführt. In der Iteration wird in jedem Schritt das linear abhängige Kriterium auf dessen Zulässigkeit geprüft. Ist das Kriterium zulässig, so wird zum nächsten Kriterium übergegangen. Sobald ein Kriterium nicht mehr zulässig ist, wird zum nächsten Iterationsschritt in dem betreffenden Kriterium gesprungen ohne dabei eine weitere Prüfung der übrigen Kriterien auszuführen.

[0056] Mit dieser neuen Traglast TL wird der zweite Schritt erneut gestartet. Dies erfolgt solange, bis der zweite Schritt für alle Kriterien eine zulässige Traglast $TL_{\text{KriterienB}}$ liefert. Diese wird zur zulässigen maximalen Traglast TL . Nach Ausführung der n -Iterationsschritte soll das erfindungsgemäße Verfahren einen möglichst großen Wert für die zulässige Traglast TL liefern. Die Ermittlung der Traglast TL kann auch mit Hilfe der fortgesetzten Bisektion ausgeführt werden.

[0057] Die Vorteile der Erfindung sollen anhand der Darstellungen der Figuren 5 bis 8 sowie der Traglastdarstellungen gemäß dem Stand der Technik (Figuren 1 bis 4) erläutert werden.

[0058] Die Skala am rechten Bildrand ordnet den Grauwerten entsprechende Traglastwerte zu. Die Krankonfigurationen der Figuren 1 und 5, 2 und 6, 3 und 7 sowie 4 und 8 sind jeweils identisch und werden für den Vergleich herangezogen.

[0059] In allen Figuren sind drei Teleskopschüsse des Auslegersystems zu 46% ausgefahren. Die Schiebehölme der

Abstützung sind in der Krankonfiguration gemäß den Figuren 1 und 5 vollständig ausgefahren und ermöglichen eine maximale Abstützbasis. Die Konfiguration der Figuren 2 und 6 sieht demgegenüber vor, den Kran ohne Abstützung zu betreiben und die Schiebehölme vollständig eingefahren zu belassen. Der Kran gemäß den Figuren 3 und 7 arbeitet mit einer eingeschränkten Abstützung, wobei zwei auf einer Kranseite liegende Schiebehölme vollständig ausgefahren und die gegenüberliegenden Hölme vollständig eingefahren sind. Die Krankonfiguration der Figuren 4 und 8 sieht einen Kranbetrieb mit drei vollständig ausgefahren und einem eingefahrenem Schiebehelm vor.

[0060] Die Darstellung der zulässigen Traglast in den Figuren 5 bis 8 basiert auf einer Berechnung während des Kranbetriebes auf Basis des erfindungsgemäßen Verfahrens, wohingegen die Darstellung der Figuren 1 bis 4 auf den Einsatz von Traglasttabellen setzt, die vor dem Kranbetrieb mit Hilfe eines Einsatzplaners erstellt wurden.

[0061] Besonders der Vergleich der Figuren 2 und 6 zeigt den wesentlichen Gewinn an Traglast, der mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erreichbar ist. Das Verfahren aus dem Stand der Technik nimmt eine minimale Abstützbasis für den Gesamtumfang des Drehwinkels an, wohingegen das erfindungsgemäße Verfahren diese exakt während des Kranbetriebs berechnet und damit zu unterschiedlichen zulässigen Traglasten über den Drehwinkelbereich gelangt. Insbesondere wird an der Vorder- und Rückseite des Krans keine zulässige Traglast verschenkt, da in diesem Drehwinkelbereich die fehlende Abstützvorrichtung durch die Kranlängsabmessung kompensiert wird und damit höher als im Seitenbereich des Krans ist.

[0062] Interessant ist nicht nur die Außenkontur des Traglastverlaufs, sondern auch die Innenkontur, d. h. das weiße Feld um die Drehachse des Oberwagens. Dieser Bereich zeigt den nicht zulässigen Bereich, da hier ein Kippen nach hinten aufgrund des Kranballastes erfolgen kann. Auch in diesem Fall kann gemäß Figur 6 dieser unzulässige Bereich deutlich gegenüber dem Bereich aus Figur 2 reduziert werden.

[0063] Der Gewinn an zulässiger Traglast aufgrund der optimierten Berechnung wird auch in den übrigen Figuren 5, 7 und 8 deutlich. Die Außenkontur zeigt auch hier ganz klar den Gewinn an Traglast. Im Bereich in dem sich der Ausleger über einem der Schiebehölme, d.h. auf der Krandiagonale befindet, kann auch ein wesentlicher Traglastzuwachs verzeichnet werden.

[0064] In Figur 5 formt der dunklere Bereich mit größerer Traglast beinahe ein Quadrat mit konkaven Seiten. Die zulässige Traglast wird insbesondere entlang der Diagonalen gegenüber der Variante aus Figur 1 erhöht.

[0065] Auch sehr starke Verbesserungen zeigen die Vergleiche der Figuren 3 und 7 sowie 4 und 8. Hier kann die Veränderung dadurch erklärt werden, dass bei einer Rechnung gemäß des Standes der Technik, das Minimum im Bereich um 360°-Drehbereich des Oberwagens für den gesamten Drehbereich des Oberwagens als maximale Traglast angenommen wird. Von dieser Denkweise löst sich die Erfindung und kann für jede Drehwinkelstellung des Oberwagens die Traglast individuell ermitteln.

[0066] Das dargestellte System der Figur 9 zeigt eine Lastmomentbegrenzung 20, die während des Kranbetriebs sämtliche Kranbewegungen hinsichtlich ihrer Sicherheit überwacht und gegebenenfalls eine Sicherheitsabschaltung bzw. Beschränkung der zulässigen Kranbewegung auslöst. Dieses System kann gemäß der voranstehend beschriebenen Ausgestaltung der Figuren 5 bis 8 ausgeführt sein und das vorgestellte erfindungsgemäße Verfahren ausführen. Das nachfolgende Verfahren stellt eine Erweiterung dieses Verfahrens dar. Dies ist jedoch keine zwingende Voraussetzung für die Ausführung der folgenden Verfahrensschritte, die unabhängig von dem Verfahren gemäß den Figuren 5 bis 8 ausführbar sind.

[0067] Die Lastmomentbegrenzung 20 erhält während des Kranbetriebs von einer Vielzahl an Sensoren 10 Messwerte, die einzelne Parameter während des Kranbetriebs charakterisieren. Es sei darauf hingewiesen, dass Figur 9 lediglich beispielhaft eine Anzahl von drei Sensoren zeigt. In einer realistischen Umgebung basiert das System jedoch auf einer Vielzahl von Sensoren, wobei deren Anzahl nicht beschränkt ist.

[0068] Die einzelnen Messwerte der Sensoren 10 kennzeichnen zum Beispiel den Drehwinkel, Wippwinkel oder auch Zylinderdruck des Wippzylinders des Krans. Auf Grundlage der bereitgestellten Sensordaten berechnet die Lastmomentbegrenzung die zulässige Traglast für den aktuellen Kranzustand.

[0069] Um die Sicherheit während des Kranbetriebs gewährleisten zu können, soll dieser ausschließlich im zulässigen Arbeitsbereich betrieben werden. Der zulässige Bereich kennzeichnet sich dadurch, dass die aktuelle Traglast des Krans geringer als die zulässige Traglast im aktuellen Betriebszustand ist. Übersteigt die aktuelle Traglast den zulässigen Wert, so arbeitet der Kran im nicht zulässigen Bereich.

[0070] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren soll erreicht werden, dass die Lastmomentbegrenzung ein frühzeitiges Abbremsen der Kranbewegung vor dem Eintreten in einen nicht zulässigen Arbeitsbereich auslöst. Darüber hinaus soll auch eine eingeschränkte Kranbewegung im nicht zulässigen Bereich unter bestimmten Umständen ermöglicht werden und dennoch eine Überwachung der Sicherheit des Krans durch die Lastmomentbegrenzung erfolgen.

[0071] Hierzu werden die Sensorwerte 11, 12, 13 für die Berechnung der Vorausschau der zulässigen Traglast gezielt in geeignet gewählten Schritten verändert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Figur 9 wird der Sensorwert 11 des Sensors 1 manipuliert, um die zulässige Traglast für diesen zukünftigen Parameter, d. h. zukünftigen IST-Wert des Sensors 1, berechnen zu können. Die Lastmomentbegrenzung 20 berechnet für die veränderten Sensorwerte die Zulässigkeit der Kranbewegung und kann daher abschätzen, wann der Kran unter Beibehaltung der aktuellen Kranbewe-

gung in einen nicht zulässigen Bereich gesteuert wird.

[0072] Jedes bestehende System aus Sensoren 10 und Lastmomentbegrenzung 20 kann durch Integration der Mittel 50 erweitert werden, um eine gezielte Manipulation wenigstens eines Sensorwertes 11 ausführen zu können.

[0073] Die Lastmomentbegrenzung 20 berechnet also in Realzeit auf dem Kran und zu jeder Zeit, welche zulässigen Traglasten bei Fortführung der aktuell ausgeführten Kranbewegung in naher Zukunft auftreten werden. Mit Hilfe der prognostizierten Entwicklung der Traglast kann die Lastmomentbegrenzung frühzeitig erkennen, ob die zulässige Traglast gegen den Wert null konvergiert. In diesem Fall kann die Kranbewegung rechtzeitig abgebremst bzw. vollständig angehalten werden. Ebenso ist eine Ausgabe eines entsprechenden Warnhinweises an den Kranbediener möglich.

[0074] Zusätzlich kann durch das erfindungsgemäße Verfahren eine eingeschränkte Kranbewegung im nicht zulässigen Bereich ermöglicht werden, welche gleichzeitig von der Lastmomentbegrenzung 20 überwacht wird. Hierbei ist zu beachten, dass die Lastmomentbegrenzung 20 die Aufgabe hat, eine Kranbewegung wesentlich bevor dem Auftreten tatsächlicher Störungen bzw. eines Unfalls zu stoppen. Der Betrieb im nicht zulässigen Bereich bedeutet also keine akute Gefahrensituation, sondern lediglich das Überschreiten eines speziell definierten Grenzwertes.

[0075] Das Ablaufdiagramm der Figur 10 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren zum Überprüfen zulässiger Kranbewegungen im nicht zulässigen Bereich. Der Zustand 200 kennzeichnet den regulären Kranbetrieb, die Kranbewegung wird im Verfahrensschritt 110 ungehindert ausgeführt und kontinuierlich durch die Lastmomentbegrenzung 20 im Block 120 auf Einhaltung der zulässigen Traglast überwacht.

[0076] Durch die erfindungsgemäße vorausschauende Berechnung der zulässigen Traglast kann die Kranbewegung rechtzeitig verlangsamt bzw. vollständig gestoppt werden. Ist ein derartiger Notstopp erfolgt, geht die Lastmomentbegrenzung 20 zum Verfahrensschritt 200 über. Hier wird aus der berechneten Vorausschau ermittelt, mit welcher oder welchen Kranbewegungen der Kran auf sichere Art und Weise wieder aus dem nicht zulässigen Bereich gefahren werden kann. Dem Bediener wird zudem eine mögliche Auswahl angezeigt. Der Kranbediener kann folglich die situationsabhängig günstigste Variante wählen. Im Schritt 300 wird die Freigabe der ausgewählten Kranbewegung geprüft. Hierdurch wird sichergestellt, dass nur die von der Lastmomentbegrenzung freigegebenen und im Schritt 200 angezeigten Kranbewegungen ausgeführt und übrige Kranbewegungen blockiert werden.

[0077] Wählt der Bediener eine freigegebene Bewegung aus, so wird diese ausgeführt 400 und kontinuierlich durch die Lastmomentbegrenzung überwacht 500. Führt die Kranbewegung nicht zum erwünschten Ergebnis, d.h. zum Verlassen des nicht zulässigen Bereichs, so wird erneut ein Sicherheitsstopp durch die Lastmomentbegrenzung ausgelöst. Erst nach Verlassen des unzulässigen Arbeitsbereichs tritt die Lastmomentbegrenzung in den regulären Zustand 100 und schaltet sämtliche Kranbewegungen frei.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Kransicherheit eines Krans mit einer variablen Abstützbasis und einer Überwachungseinheit, wobei mehrere Sicherheitskriterien während des Kranbetriebes überwacht werden, indem für jedes Kriterium, das von wenigstens einem die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffenden Parameter abhängig ist, ein zulässiger spezifischer Grenzwert während des Kranbetriebs berechnet und auf Einhaltung überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine die Krankonfiguration und/oder Kranbewegung während des Kranbetriebs betreffende Parameter die variable Abstützbasis und/oder den Oberwagendrehwinkel betrifft.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein spezifischer Grenzwert die zulässige spezifische Traglast ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zulässige Gesamttraglast aus den einzelnen spezifischen Grenzwerten bzw. zulässigen spezifischen Traglasten der einzelnen Kriterien berechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Berechnung der zulässigen Gesamttraglast die Kriterien in wenigstens zwei unterschiedliche Berechnungsarten aufgeteilt werden, insbesondere in linear abhängige und linear unabhängige Berechnungsarten.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt für jedes linear unabhängige Kriterium die zulässige Traglast berechnet und im Anschluss das Minimum dieser Traglasten bestimmt wird und in einem zweiten Schritt mittels Iteration eine zulässige Traglast für die linear abhängigen Kriterien ermittelt, wobei

die Iteration vorzugsweise mit dem Minimum der Traglast der linear unabhängigen Kriterien beginnt.

- 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ermittlung der Traglast mittels fortgesetzter Bisektion erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere vorge-rechnete Traglasttabellen abrufbar auf dem Kran gespeichert sind, wobei die Tabellen festigkeitsrelevante Grenzwerte beinhalten.
- 10
9. Verfahren zum Betreiben eines Krans mit einer Überwachungseinheit, die eine von einem oder mehreren veränderbaren Parametern abhängende zulässige Traglast während des Kranbetriebs berechnet, und einer Sensorik, die die aktuellen veränderbaren Parameter während des Kranbetriebs erfasst und der Überwachungseinheit zur Verfügung stellt, wobei ein oder mehrere Sensorwerte vor der Berechnung der zulässigen Traglast modifiziert werden, um die zulässige Traglast für ein oder mehrere zukünftige Parameter zu bestimmen.
- 15
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit den oder die Parameter verändert, so dass die tatsächliche Traglast die berechnete zulässige Traglast nicht übersteigen kann, wobei die Veränderung wenigstens eines der Parameter vorzugsweise derart vorgenommen wird, so dass die Geschwindigkeit der Parameterveränderung kontinuierlich oder stufenweise verringert oder gestoppt wird, bevor ein Parameterwert erreicht wird, bei dem die zulässige Traglast der tatsächlichen Traglast entspricht.
- 20
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei wenigstens einem Parameter um ein die Position des Krans oder eines Kranbauteils betreffenden Parameter handelt und/oder bei wenigstens einem weiteren Parameter um einen die Auslegerlänge, den Auslegerwinkel, den Derrickballastradius und/oder den Drehwinkel der Drehbühne betreffenden Parameter handelt.
- 25
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschwindigkeit der Parameterveränderung ab Unterschreiten einer Differenz zwischen tatsächlicher und zulässiger Traglast kontinuierlich oder stufenweise verringert wird.
- 30
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch gezielte Modifikation wenigstens eines Sensorwertes geprüft wird, welche Parameteränderung oder Parameteränderungen zu einer Abnahme der tatsächlichen Traglast und/oder zu einer Zunahme der zulässigen Traglast führen und wenigstens eine dieser Parameteränderungen bzw. Kranbewegungen angezeigt und/oder freigegeben werden.
- 35
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung erfolgt, sobald die tatsächliche Traglast der zulässigen Traglast entspricht oder diese übersteigt und die Überwachungseinheit die Kranbewegung gestoppt bzw. begrenzt hat.
- 40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 kombiniert wird.
- 45
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein integrierter Kraneinsatzplaner für eine diversitäre Kranüberwachung verwendet wird.
17. Kran mit einer Überwachungseinrichtung und vorzugsweise einer variablen Abstützbasis zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder des Verfahrens nach einem der Ansprüche 9 bis 17.
- 50
18. Kranüberwachungseinheit für einen Kran, insbesondere Lastmomentbegrenzung, zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 9 bis 17.
- 55
19. Datenträger mit einer gespeicherten Software für eine Kranüberwachungseinheit zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder des Verfahrens nach einem der Ansprüche 9 bis 17.

Fig. 1 (Stand der Technik)

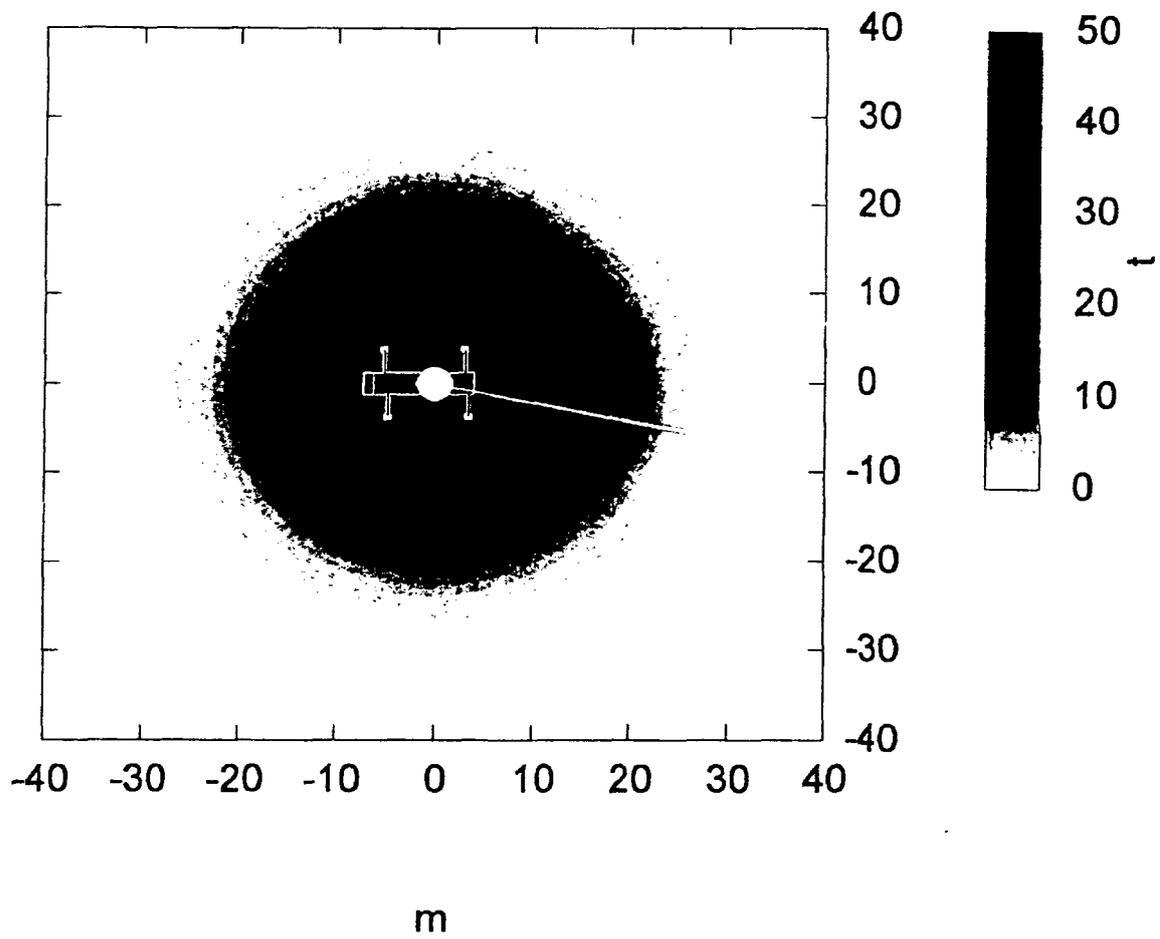


Fig. 2 (Stand der Technik)

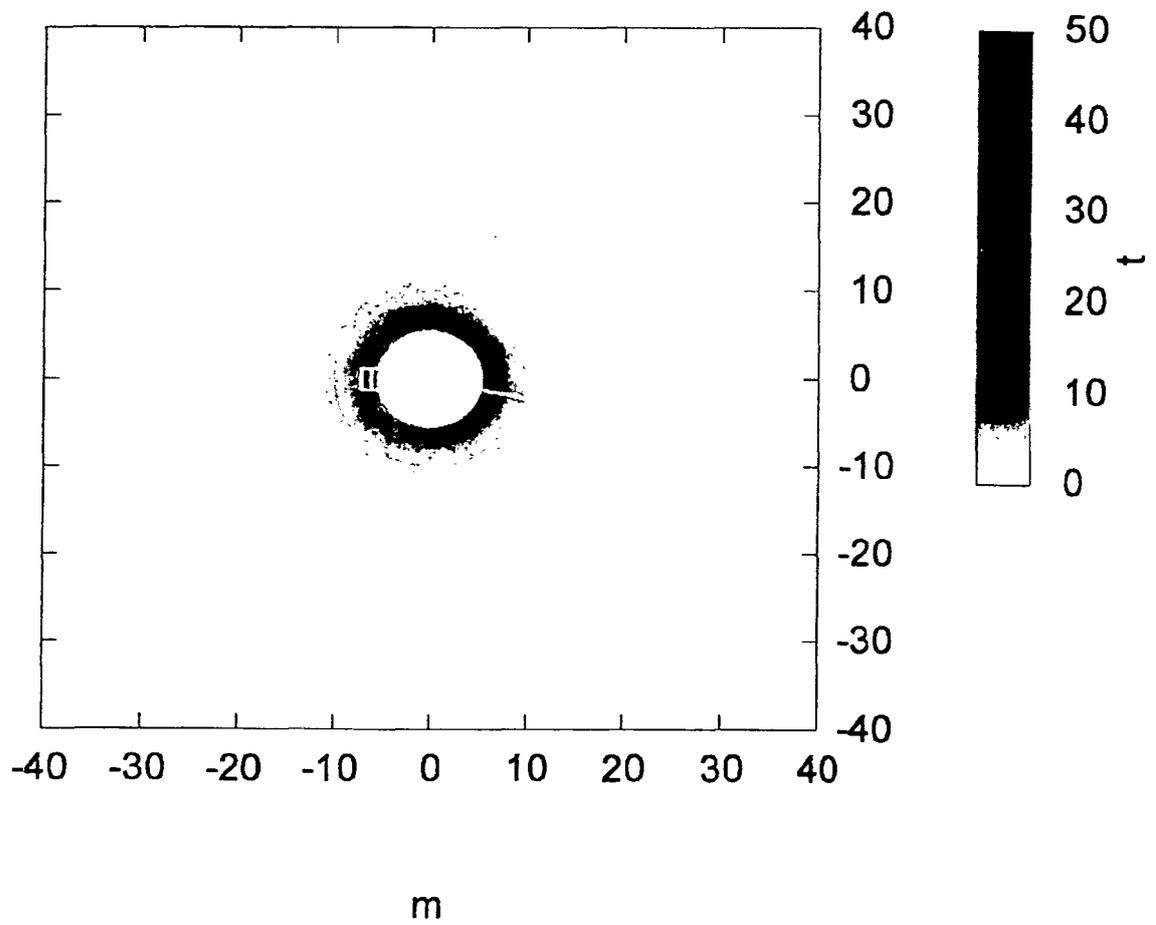


Fig. 3 (Stand der Technik)

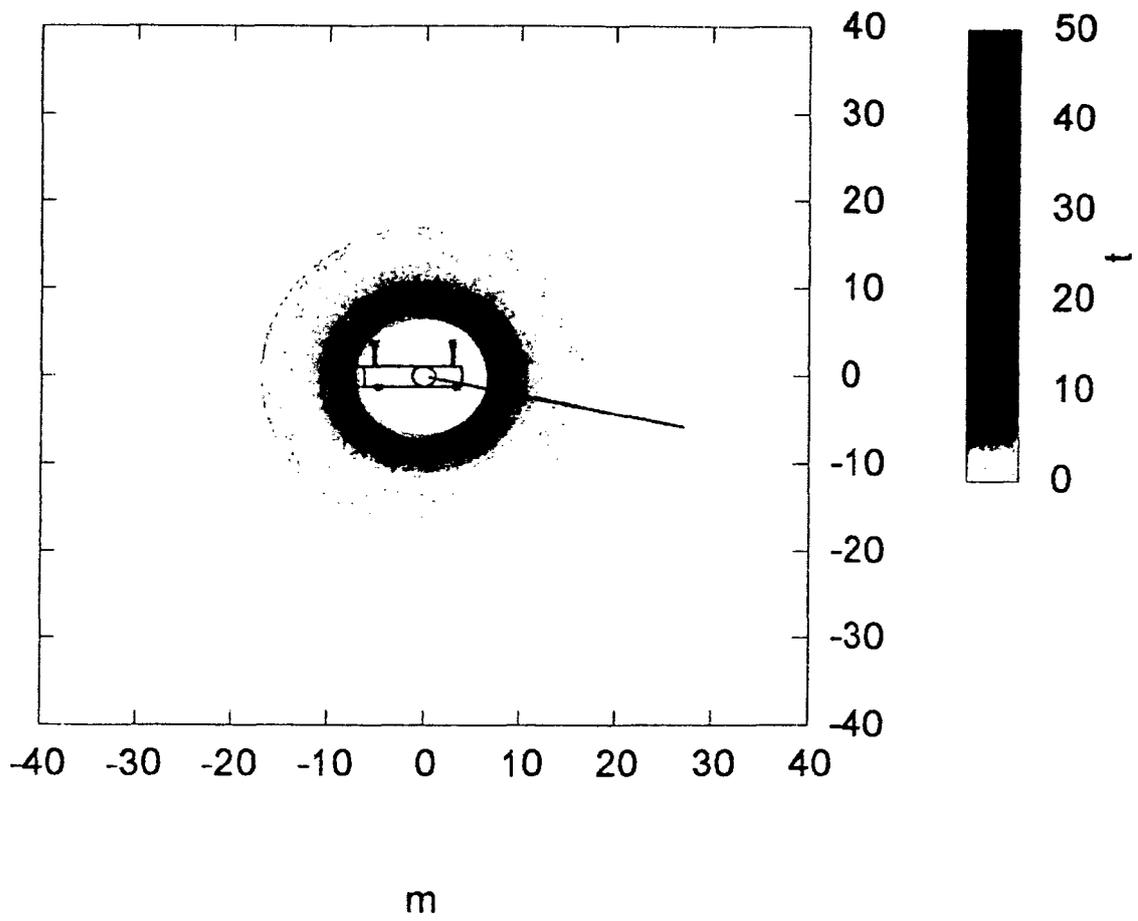


Fig. 4 (Stand der Technik)

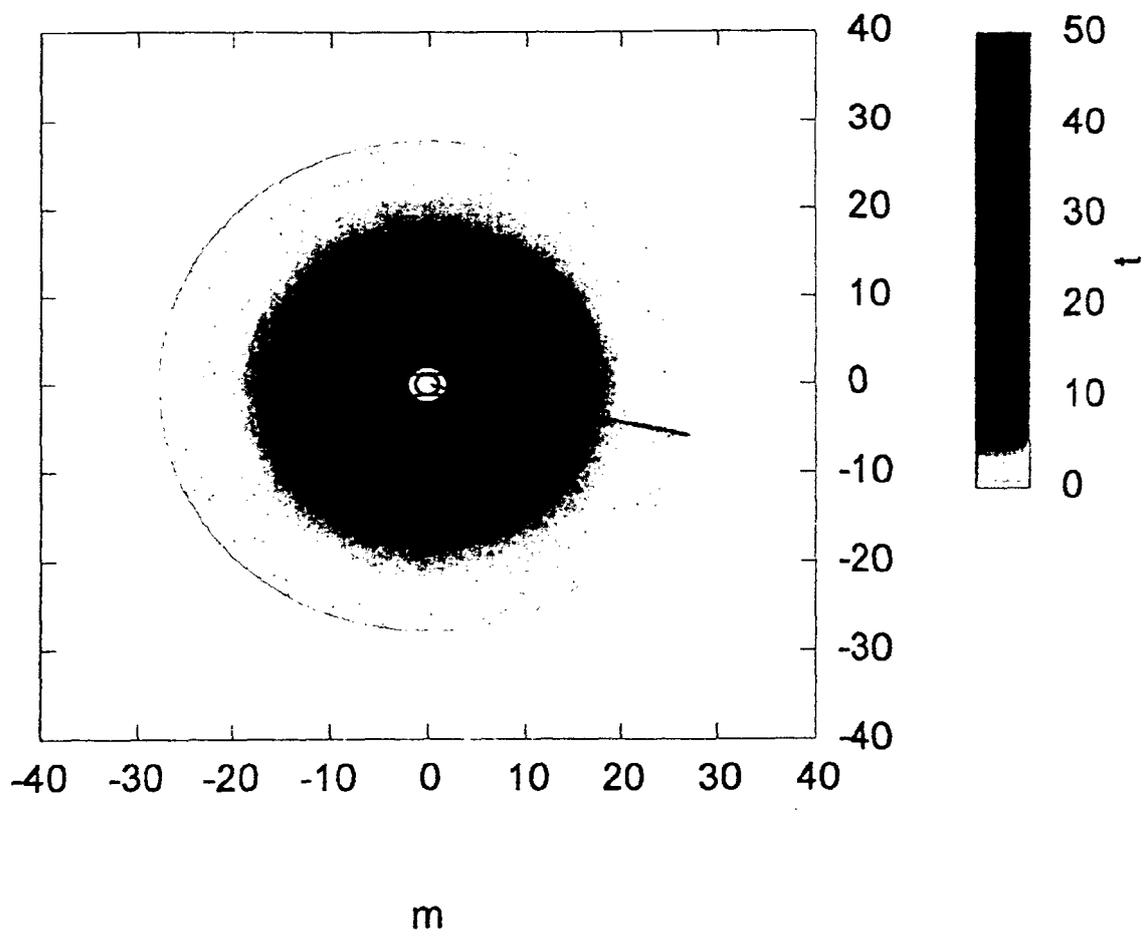


Fig. 5

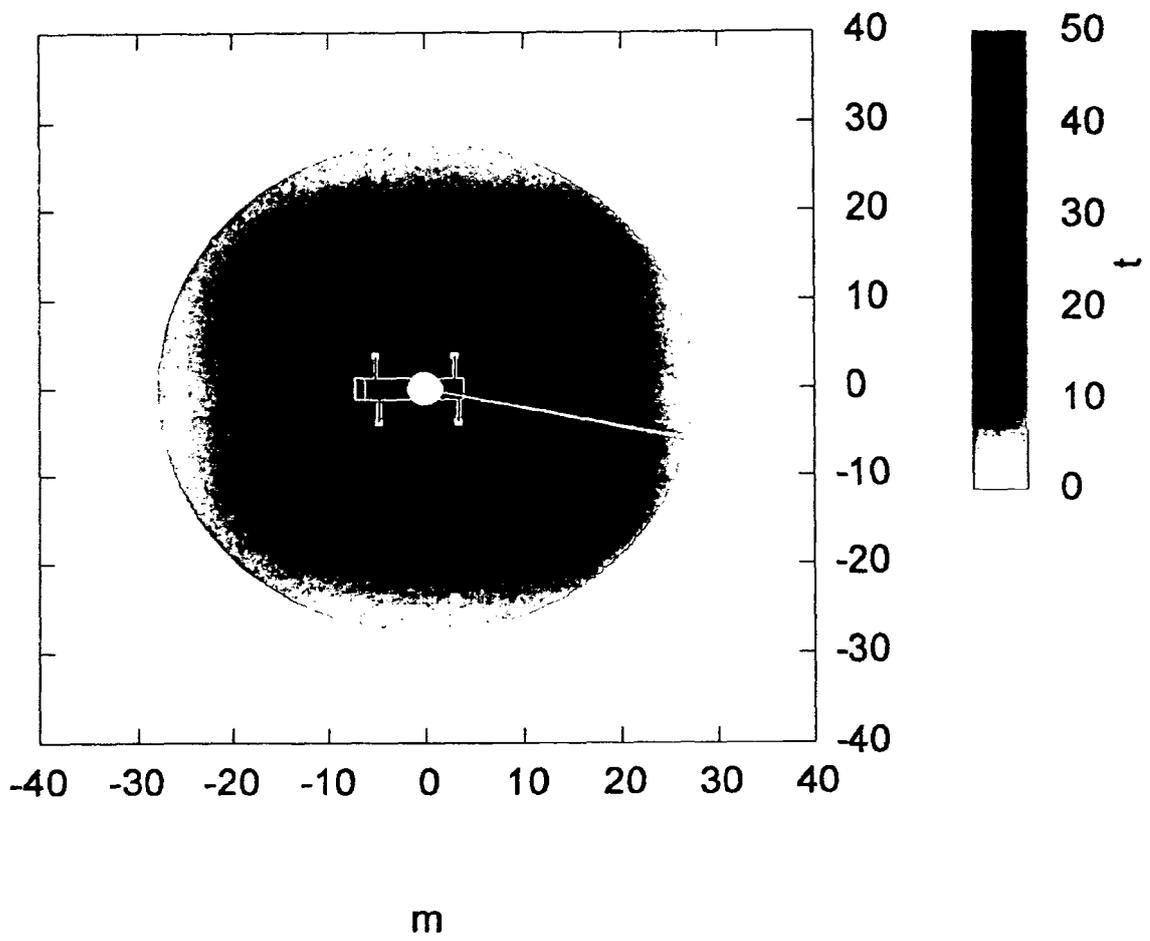


Fig. 6

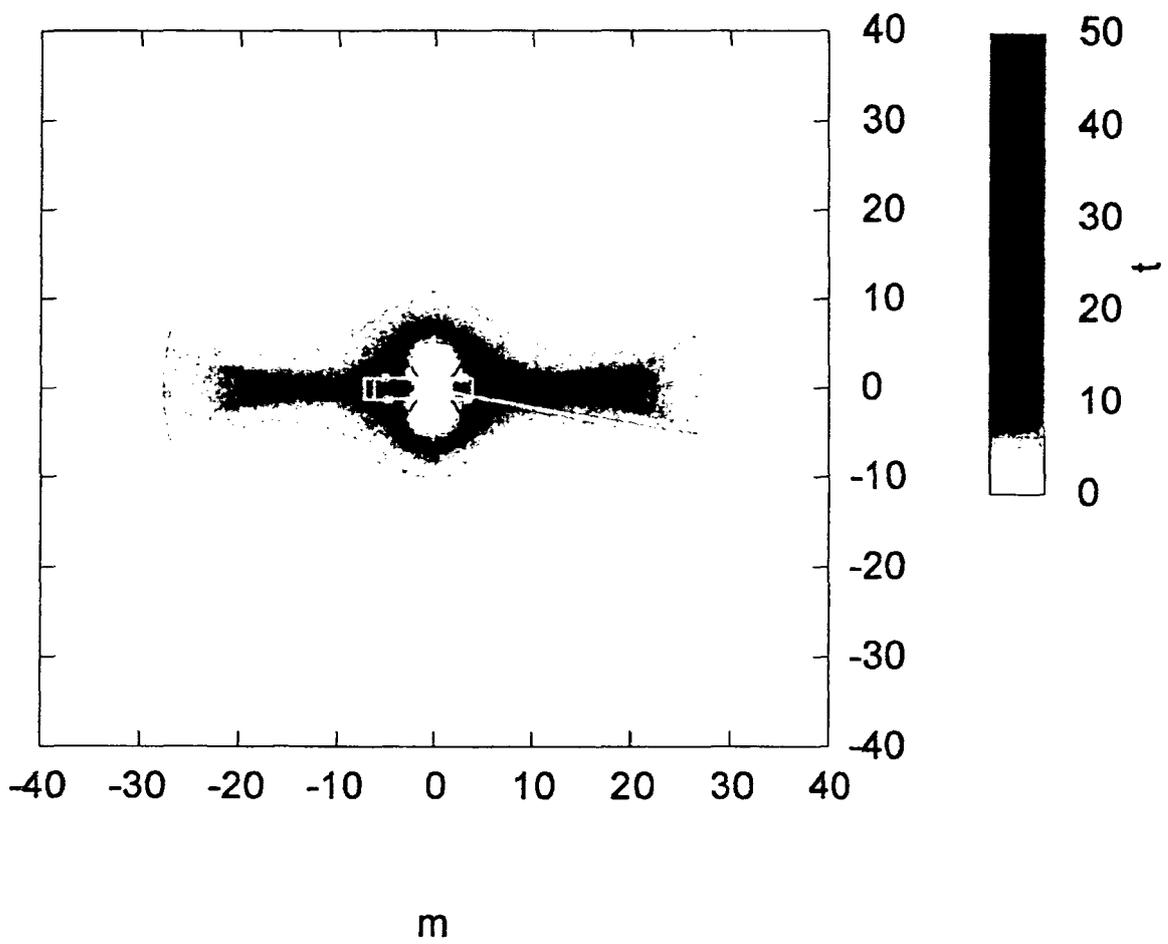


Fig. 7

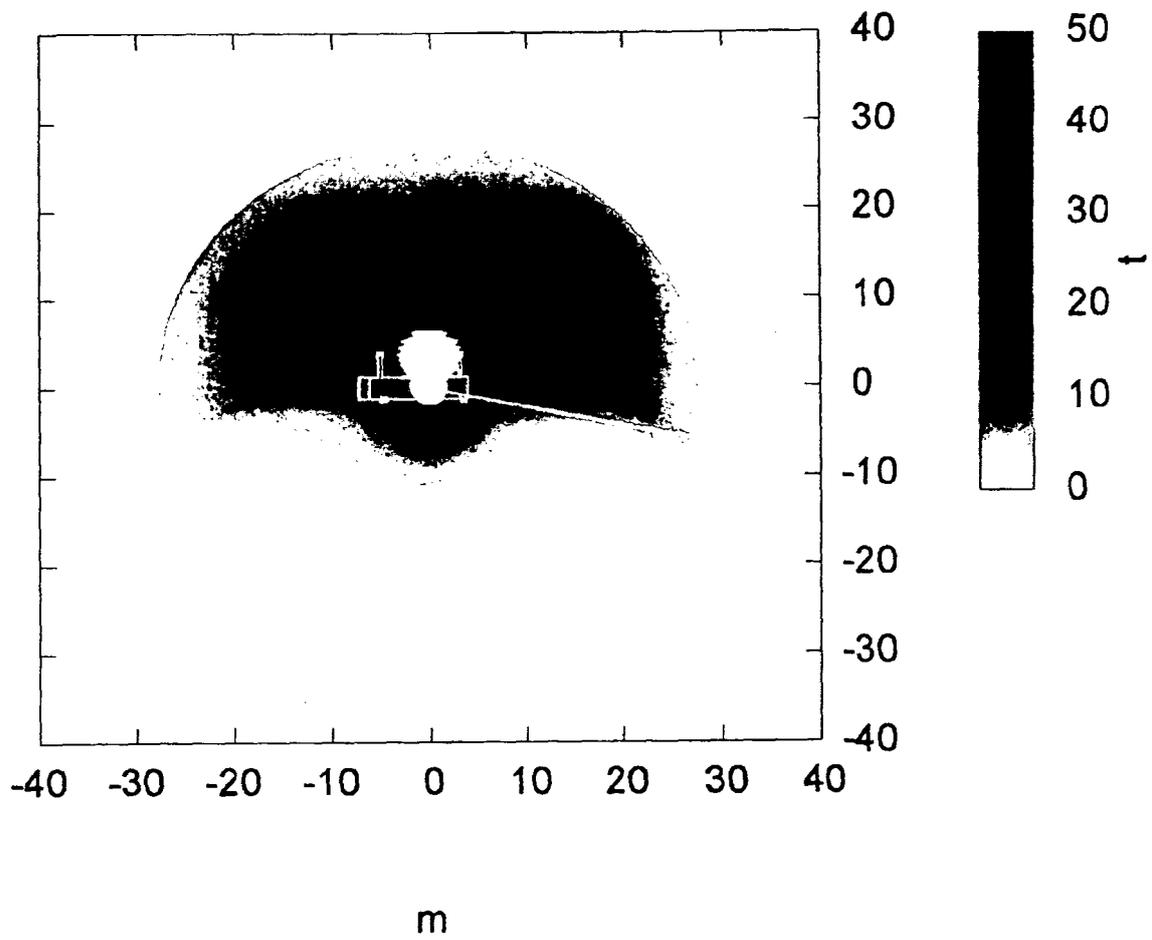


Fig. 8

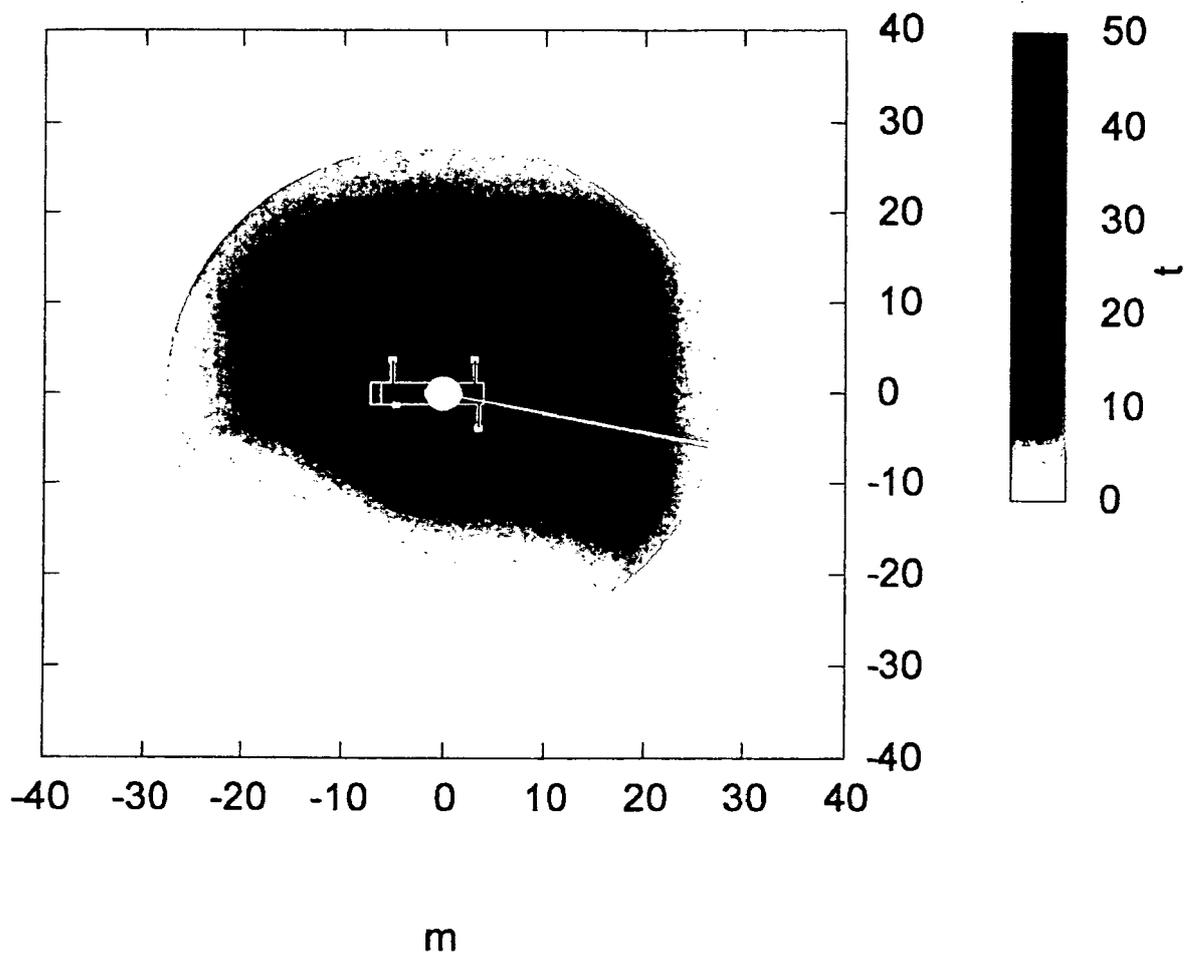


Fig.9

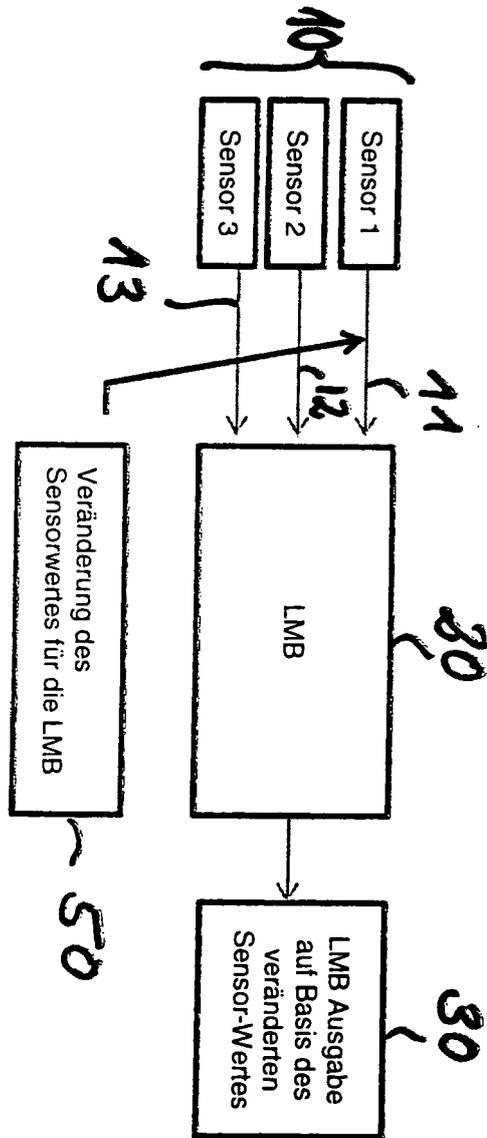
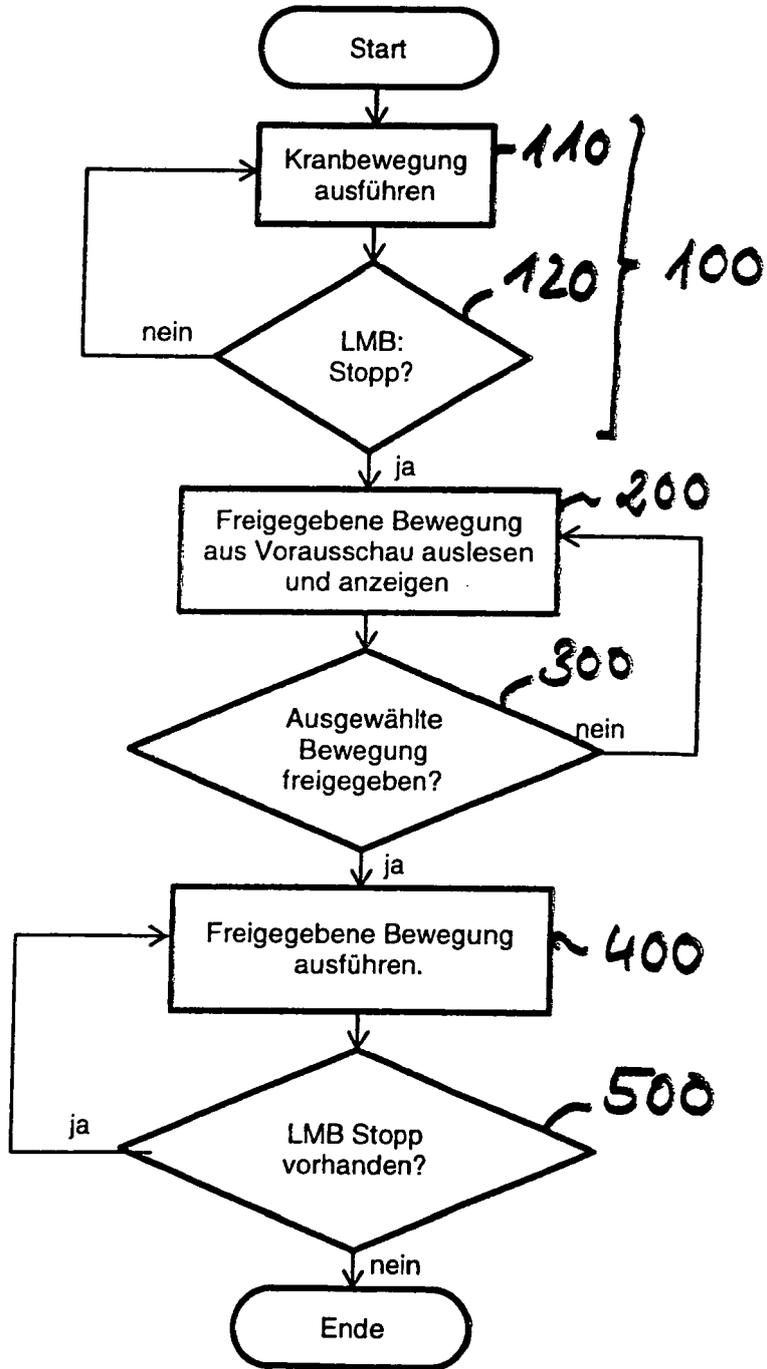


Fig.10





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 2979

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 101 348 216 A (HUNAN SANYI HOISTING MACHINE C [CN] HUNAN SANYI HOISTING MACHINE CO LT) 21. Januar 2009 (2009-01-21) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-4,8, 11,12, 17-19	INV. B66C23/90
X	US 5 217 126 A (HAYASHI NORIHIKO [JP] ET AL) 8. Juni 1993 (1993-06-08) * Zusammenfassung * * Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 11 * * Abbildung 3 *	1-4,8, 11,12, 17-19	
X	US 6 744 372 B1 (SHAW JACK B [US] ET AL) 1. Juni 2004 (2004-06-01) * Spalte 18, Zeile 53 - Zeile 55 * * Spalte 12, Zeile 55 - Zeile 63 * * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1,3, 17-19	
X	DE 10 2006 040782 A1 (LIEBHERR WERK NENZING [AT]) 20. März 2008 (2008-03-20) * Zusammenfassung * * Ansprüche 1-4,14,15 *	9,10, 17-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B66C
X	DE 10 2005 059768 A1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 25. Januar 2007 (2007-01-25) * Zusammenfassung * * Absätze [0003], [0005], [0006], [0011], [0012] *	9,16-19	
A,D	DE 20 2006 017730 U1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 3. April 2008 (2008-04-03) * das ganze Dokument *	1	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 27. September 2013	Prüfer Cabral Matos, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 2979

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 10 2005 035460 A1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) * das ganze Dokument *	1,9	
A,D	DE 10 2008 021627 A1 (LIEBHERR WERK EHINGEN [DE]) 12. November 2009 (2009-11-12) * Zusammenfassung * * Absatz [0017] * * Anspruch 10 *	1,16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 27. September 2013	Prüfer Cabral Matos, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/AC03)

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

EP 13 00 2979

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-09-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 101348216 A	21-01-2009	KEINE	
US 5217126 A	08-06-1993	DE 69203425 D1 DE 69203425 T2 EP 0539207 A1 JP 2564060 B2 JP H05116889 A US 5217126 A	17-08-1995 07-12-1995 28-04-1993 18-12-1996 14-05-1993 08-06-1993
US 6744372 B1	01-06-2004	US 6744372 B1 US 2005017867 A1	01-06-2004 27-01-2005
DE 102006040782 A1	20-03-2008	DE 102006040782 A1 EP 1894882 A2 ES 2396979 T3 JP 2008056492 A US 2008053945 A1	20-03-2008 05-03-2008 01-03-2013 13-03-2008 06-03-2008
DE 102005059768 A1	25-01-2007	DE 102005059768 A1 EP 1746064 A2 JP 2007031150 A US 2007034587 A1	25-01-2007 24-01-2007 08-02-2007 15-02-2007
DE 202006017730 U1	03-04-2008	DE 202006017730 U1 EP 1925586 A1	03-04-2008 28-05-2008
DE 102005035460 A1	01-02-2007	DE 102005035460 A1 EP 1748021 A2 JP 2007031155 A US 2007027613 A1 US 2010250153 A1	01-02-2007 31-01-2007 08-02-2007 01-02-2007 30-09-2010
DE 102008021627 A1	12-11-2009	DE 102008021627 A1 EP 2113481 A1 JP 2009269759 A US 2009276126 A1	12-11-2009 04-11-2009 19-11-2009 05-11-2009

EPO FORM P0461

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

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 0779238 B1 [0005] [0006]
- DE 202006017730 U1 [0007]
- DE 102005035460 A1 [0008]
- DE 102008021627 [0044]