



(11)

EP 2 524 892 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.01.2014 Patentblatt 2014/02

(51) Int Cl.:
B66C 13/02 (2006.01) **B66C 23/52** (2006.01)
B66C 23/90 (2006.01) **B63B 27/10** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12003631.4**

(22) Anmeldetag: **09.05.2012**

(54) **Kransteuerung**

Crane control

Commande de grue

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **19.05.2011 DE 102011102025**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Werk Nenzing Ges.m.b.H
6710 Nenzing (AT)**

(72) Erfinder:
• **Eberharter, Johannes Karl, Dr.
6822 Satteins (AT)**

- **Schneider, Klaus, Dr.- Ing.
88145 Hergatz (DE)**
- **Schobesberger, Eugen, DI
6832 Röthis (AT)**
- **Fischer, Helmut, DI
6719 Bludesch (AT)**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter et al
LORENZ - SEIDLER - GOSSEL
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A2-02/00543 DE-A1-102008 024 513
GB-A- 2 252 295 GB-A- 2 267 360
US-A- 3 624 783 US-A- 4 932 541
US-A1- 2010 089 855 US-B1- 6 505 574

EP 2 524 892 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kransteuerung für einen auf einem Schiff angeordneten Kran, mit einer Lastmomentbegrenzung, welche eine maximal zulässige Traglast bestimmt. Die Lastmomentbegrenzung kann so ausgelegt werden, dass die maximal zulässige Traglast entweder automatisiert in der Ansteuerung des Kranes berücksichtigt wird oder an den Benutzer ausgegeben wird, so daß dieser die maximal zulässige Traglast bei der Ansteuerung des Kranes berücksichtigen kann.

[0002] Bei einem auf einem Schiff angeordneten Kran muß bei der Bestimmung der maximal zulässigen Traglast neben den üblichen Faktoren, welche in eine Lastmomentbegrenzung eingehen, wie beispielsweise der Ausladung des Kranes, weiterhin berücksichtigt werden, daß auch die aktuelle Wellenbewegung Auswirkungen auf die maximal zulässige Traglast haben kann. Bisherige Lastmomentbegrenzungen, bei welchen eine signifikante Wellenhöhe bzw. ein Sea-State ermittelt wird, gemäß welchem eine entsprechende Traglastkurve in Kranbetrieb gewählt werden muß, sind dabei mit großen Unsicherheiten behaftet.

[0003] Des Weiteren wurde bisher von der ohnehin nur schwer bestimmbar signifikanten Wellenhöhe auf die Bewegung der Auslegerspitze geschlossen, von welcher aus wiederum die maximale Traglastgrenze bestimmt wurde, so dass z.B. die Anströmrichtung und der Schiffstyp nicht betrachtet werden konnten. Die GB 2 267 360 A betrifft die Koordinierung der Wechselwirkung zwischen einem schwimmenden Objekt auf See, in der Regel ein Schiff oder ein anderes Objekt, und einem Referenzobjekt, welches frei schwebend oder stationär sein kann. Die Bewegung des schwimmenden Objektes wird mittels einer CCD-Kamera überwacht. Die derart gewonnenen Daten werden von einem Bildanalysator ausgewertet und die Auswertungen einem Mikroprozessor hinzugefügt, welcher ein Signal für die Aktivierung eines Kranes, welcher auf einem dieser Objekte montiert ist, ausgibt, so dass die Be- bzw. Entladearbeiten effizient ausgeführt werden können.

[0004] Die US 6 505 574 B1 offenbart ein Verfahren und ein System zur Reduzierung einer vom Seegang verursachten vertikalen Lastbewegung eines Schiffskranes. Dabei wird die Geschwindigkeit der vertikalen Bewegungen der Last mittels eines Sensorsystems erfasst und die Auswertungen einem Prozessor hinzugefügt, so dass bei Überschreitung der maximal zulässigen Traglast, dieser ein Steuersignal ausgibt.

[0005] Die US 2010/0089855 A1 betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren, die eine sichere und kontrollierte Ladungsbeförderung zwischen einer ersten Plattform und einer zweiten Plattform, die sich relativ zueinander bewegen, gewährleistet.

[0006] Die DE 10 2008 024 513 A1 betrifft eine Kransteuerung mit aktiver Seegangsfolge für einen auf einem Schwimmkörper angeordneten Kran, welcher ein Hub-

werk zum Heben einer an einem Seil hängenden Last aufweist. Dabei werden eine Messvorrichtung, die die aktuelle Seegangsbewegung aus Sensordaten ermittelt, und eine Prognosevorrichtung, die die zukünftige Bewegung des Lastaufhängepunktes prognostiziert, vorgesehen, wobei eine Bahnsteuerung der Last die Bewegung der Last durch den Seegang zumindest teilweise ausgleicht.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Kransteuerung mit einer Lastmomentbegrenzung zur Verfügung zu stellen, welche eine zuverlässigere Bestimmung der maximal zulässigen Traglast eines auf einem Schiff angeordneten Krans ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kransteuerung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0009] Die vorliegende Erfindung zeigt dabei eine Kransteuerung für einen auf einem Schiff angeordneten Kran, mit einer Lastmomentbegrenzung, welche eine maximal zulässige Traglast bestimmt. Dabei steht die Lastmomentbegrenzung mit einer Meßeinheit zur Messung der Bewegung des Schiffes in Verbindung und bestimmt die maximal zulässige Traglast auf Grundlage von Daten der Meßeinheit. Erfindungsgemäß werden nunmehr die Schiffsbewegungen durch Sensoren erfasst und zur Bestimmung der maximalen Traglast des Kranes herangezogen. Durch die Messung der realen Schiffsbewegung lassen sich somit die technischen Grenzen situationsgerechter ausnutzen, und damit bei gleichbleibend hoher Sicherheit höhere Traglasten erreichen.

[0010] Vorzugsweise kommt als Meßeinheit insbesondere ein Inertialmeßsystem zum Einsatz, aus dessen Daten die Bewegung der Auslegerspitze des

[0011] Kranes aufgrund der Schiffsbewegung zumindest in vertikaler Richtung bestimmt werden kann. Die Meßeinheit kann dabei insbesondere ein Gyroskop und/oder einen Beschleunigungssensor und/oder einen elektronischen Neigungsgeber umfassen.

[0012] Vorteilhafterweise ermittelt die Lastmomentbegrenzung durch die Auswertung von Daten der Meßeinheit eine Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze und bestimmt hieraus die maximal zulässige Traglast. Vorteilhafterweise wird dabei zumindest die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze in vertikaler Richtung ermittelt und aus dieser die maximal zulässige Traglast bestimmt. Die Ermittlung der vertikalen Bewegung der Auslegerspitze ist dabei üblicherweise ausreichend, um die maximal zulässige Traglast zu bestimmen, da diese den entscheidenden Faktor bei der Bewegung der Auslegerspitze im Hinblick auf die Traglast darstellt.

[0013] Vorteilhafterweise erfolgt bei der erfindungsgemäßen Kransteuerung die Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze auf Grundlage von Daten eines vorangegangenen bestimmten Zeitraums. Die Ermittlung erfolgt damit immer über ein bestimmtes mitlaufendes Zeitfenster, so daß immer aktuelle Daten zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung bzw. zur Bestimmung der maximal

zulässigen Traglast herangezogen werden.

[0014] Weiterhin kann bei der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, daß zu Arbeitsbeginn eine Initialisierung der Lastmomentbegrenzung mit aktuell gemessenen Werten erfolgt. Die Ausgangsergebnisse basieren damit immer auf Werten seit dem Neustart der Steuerung, während Altdaten für die Berechnung nicht berücksichtigt werden.

[0015] Vorteilhafterweise ermittelt die Lastmomentbegrenzung eine Spitzengeschwindigkeit und/oder Spitzenbeschleunigung der Auslegerspitze über einen bestimmten Zeitraum. Diese kann dann zur Bestimmung der maximal zulässigen Traglast herangezogen werden.

[0016] Vorteilhafterweise erfolgt die Ermittlung der Spitzengeschwindigkeit und/oder Spitzenbeschleunigung dabei über einen Filteralgorithmus, welcher die Meßdaten der Meßeinheit auswertet.

[0017] Weiterhin vorteilhafterweise bildet die Lastmomentbegrenzung einen Mittelwert der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze über einen bestimmten Zeitraum. Vorteilhafterweise erfolgt die Mittelwertbildung dabei über einen oberen Teilbereich der durch die Meßeinheit bestimmten Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen. Hierdurch ergibt sich eine gemittelte Spitzengeschwindigkeit und/oder Spitzenbeschleunigung. Beispielsweise kann dabei erfindungsgemäß der Mittelwert des oberen Drittels der gemessenen Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen bestimmt werden.

[0018] Weiterhin vorteilhafterweise wird erfindungsgemäß die maximal zulässige Traglast anhand eines aus den Daten der Meßeinheit ermittelten Geschwindigkeitswertes und/oder Beschleunigungswertes aus einer Tabelle bzw. einem look-up table ausgelesen. Die maximal zulässigen Traglasten für unterschiedliche Geschwindigkeitswerte und/oder Beschleunigungswerte können daher in der erfindungsgemäßen Kransteuerung in Form einer Tabelle abgelegt und dann gemäß der ermittelten Werte ausgelesen werden. Selbstverständlich kann es sich bei der Tabelle um eine vieldimensionale Tabelle handeln, so daß neben den Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten selbstverständlich auch weitere Werte in die Abfrage der maximal zulässigen Traglast eingehen. Insbesondere kann dabei in die Abfrage der Tabelle weiterhin die Ausladung des Kranes eingehen. Alternativ kann die Traglast auch online berechnet werden. Soweit in der folgenden Beschreibung auf das Auslesen von Tabellen Bezug genommen wird, kann hier jeweils alternativ auch eine Online-Berechnung durchgeführt werden.

[0019] In einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Meßeinheit an der Kranspitze angeordnet sein. Die Meßeinheit kann damit direkt die Bewegung der Kranspitze durch die Wellenbewegung des Schiffes messen. Insbesondere ist die Meßeinheit dabei so ausgestattet, daß sie die Bewegung der Kranspitze in vertikaler Richtung bestimmen kann, insbesondere die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung und/

oder der Kranspitze in vertikaler Richtung. Vorteilhafterweise weist die Kransteuerung dabei eine Auswerteeinheit auf, welche die durch die Kranbewegung erzeugten Bewegungen der Auslegerspitze aus der durch die Meßeinheit gemessenen Gesamtbewegung herausrechnet.

[0020] Weiterhin kann eine Bestimmung der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze für eine bestimmte Auslegerposition durch Umrechnung von Daten einer nicht in dieser Position angeordneten Meßeinheit erfolgen. Damit muß eine Position, für welche die maximale Traglast bestimmt werden soll, nicht mehr durch den Ausleger angefahren werden.

[0021] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß eine Meßeinheit am Turm des Kranes oder am Schiff angeordnet ist, wobei die Lastmomentbegrenzung die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze durch Umrechnung der Daten aus der Meßeinheit bestimmt. Vorteilhafterweise wird hierfür ein geometrisches Modell des Kranes eingesetzt. Weiterhin vorteilhafterweise gehen dabei Daten über eine aktuelle und/oder eine virtuelle Position der Auslegerspitze in die Berechnung ein.

[0022] Vorteilhafterweise kann gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, daß die Bestimmung der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze für eine vom Benutzer eingebare Auslegerposition erfolgt. Die erfindungsgemäße Kransteuerung umfaßt daher insbesondere einen Benutzerdialog, in welchem der Benutzer eine Auslegerposition eingeben kann, für welche dann die maximal zulässige Traglast bestimmt wird. Damit ist die Ermittlung der Geschwindigkeit bzw. der Beschleunigung für eine beliebige Position der Auslegerspitze möglich, ohne diese angefahren zu haben.

[0023] Wird eine nicht an der Kranspitze angeordnete Meßeinheit eingesetzt, so bestimmt diese vorteilhafterweise die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung in allen drei Raumrichtungen. Aus den Meßwerten dieser Meßeinheit kann dann die für die Traglast entscheidende vertikale Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze berechnet werden. Diese vertikale Bewegung geht dann in die Bestimmung der maximal zulässigen Traglast ein. Vorteilhafterweise können die beiden genannten Meßeinheiten auch kombiniert werden.

[0024] Vorteilhaft können zusätzlich noch Horizontaleinflüsse berücksichtigt werden. Diese können in einer aus dem Beladungszustand oder einer Vortrimmung resultierenden Schrägstellung des Schiffes begründet sein. Auch dynamische Horizontalablenkungen der Last, die durch horizontale Relativbewegungen der Installationen bedingt sind (Schiff mit Kran, Schiff, das die Last ab- und aufnimmt), sind hier berücksichtigt. Dabei können die Horizontaleinflüsse gemessen oder berechnet werden. Die Werte können durch Tabellen oder durch Online-Berechnung in den Traglasten berücksichtigt werden.

[0025] Weiterhin kann vorgesehen sein, daß die erfin-

dungsgemäße Lastmomentbegrenzung mit einer zweiten Meßeinheit in Verbindung steht, welche die Bewegung eines weiteren Schiffes bestimmt, wobei die Lastmomentbegrenzung zur Bestimmung der maximal zulässigen Traglast zusätzlich noch Daten der zweiten Meßeinheit heranzieht. Diese Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kransteuerung wird insbesondere dann eingesetzt, wenn eine Last auf einem weiteren Schiff abgelegt oder von diesem aufgenommen werden soll. In diesem Fall ist auch die Bewegung dieses weiteren Schiffes ein Faktor, welcher bei der maximal zulässigen Traglast berücksichtigt werden muß. Dies wird erfindungsgemäß durch eine zweite Meßeinheit, welche auf dem weiteren Schiff angeordnet ist, bewerkstelligt.

[0026] Die Auswertung der Daten von der zweiten Meßeinheit kann dabei in gleicher Weise erfolgen wie für die Daten der ersten Meßeinheit. Insbesondere kann dabei eine Spitzengeschwindigkeit und/oder Spitzenbeschleunigung des weiteren Schiffes bestimmt werden. Vorteilhafterweise kann hierfür ein Mittelwert der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung über einen bestimmten Zeitraum gebildet werden. Vorteilhafterweise erfolgt die Mittelwertbildung dabei über einen oberen Teilbereich der durch die Meßeinheit bestimmten Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen. Weiterhin kann zuvor eine Filterung der Meßdaten erfolgen.

[0027] Die erfindungsgemäße Kransteuerung weist vorteilhafterweise eine Ausgabeeinheit auf, welche die durch die Lastmomentbegrenzung berechnete maximale Traglast ausgibt. Vorteilhafterweise handelt es sich dabei um eine optische Ausgabeeinheit, insbesondere um eine Anzeigeeinheit. Die Ausgabe kann zusätzlich oder alternativ auch an die Kransteuerung erfolgen, welche diese bei der Ansteuerung des Kranes automatisch berücksichtigt.

[0028] Vorteilhafterweise kann dabei vorgesehen sein, daß die Ausgabe der maximal zulässigen Traglast für eine bestimmte Auslegerposition möglich ist. Vorteilhafterweise ist eine solche Auslegerposition dabei durch den Benutzer einstellbar.

[0029] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, daß die maximal zulässige Traglast als Traglastkurve ausgegeben wird.

[0030] Neben der Kransteuerung umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin einen Kran mit einer erfindungsgemäßen Kransteuerung. Insbesondere handelt es sich dabei um einen Auslegerkran. Weiterhin vorteilhafterweise handelt es sich um einen Turmdrehkran - wie zum Beispiel einen Auslegerdrehkran, Offshorekran, Schiffskran oder einen nichtdrehbar wippbaren Rahmenkran -, mit einem um eine vertikale Drehachse drehbaren Turm, an welchem ein Ausleger angeordnet ist. Vorteilhafterweise steuert die Kransteuerung dabei insbesondere das Hubwerk des erfindungsgemäßen Kranes an. Der erfindungsgemäße Kran ist dabei auf einem Schiff anordenbar oder angeordnet.

[0031] Neben der Kransteuerung und dem Kran umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin ein Schiff mit

einem erfindungsgemäßen Kran, welcher demgemäß mit einer erfindungsgemäßen Kransteuerung ausgestattet ist.

[0032] Die vorliegende Erfindung umfaßt weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines auf einem Schiff angeordneten Krans, bei welchem eine maximal zulässige Traglast bestimmt wird. Vorteilhafterweise ist hierfür vorgesehen, daß eine Bewegung des Schiffes gemessen und die maximal zulässige Traglast auf Grundlage der gemessenen Bewegung bestimmt wird. Vorteilhafterweise erfolgt die Bestimmung der maximal zulässigen Traglast dabei so, wie dies oben bereits im Hinblick auf die Kransteuerung beschrieben wurde. Insbesondere wird dabei vorteilhafterweise anhand der Meßdaten eine Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Ausleger Spitze insbesondere in vertikaler Richtung ermittelt und hieraus die maximal zulässige Traglast bestimmt.

[0033] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen sowie Zeichnungen näher dargestellt.

[0034] Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schiffes mit einem erfindungsgemäßen Kran mit einer erfindungsgemäßen Steuereinheit,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kransteuerung,

Fig. 3 eine Ein- und Ausgabeeinheit für eine Kransteuerung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 eine Ausgabeeinheit für eine Kransteuerung eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kransteuerung,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kransteuerung und

Fig. 7 eine Prinzipdarstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kransteuerung.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schiffes 1. Das Schiff 1 weist dabei einen Kran 3 auf, welcher mit einer erfindungsgemäßen Kransteuerung ausgestattet ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei um einen Turmdrehkran mit einem Turm 5, welcher über ein Drehwerk 6 auf einer Turmbasis 4 um eine vertikale Drehachse drehbar angeordnet ist.

Am Turm 5 ist um eine horizontale Drehachse auf- und abwippbar ein Ausleger 7 angeordnet. Das Hubseil 8 ist dabei über die Spitze 10 des Auslegers 7 geführt. Der Kran weist dabei insbesondere einen Hubantrieb zum Bewegen des Hubseils 8 auf, über welchen eine am Kranhaken 9 hängende Last angehoben werden kann. Weiterhin ist in Fig. 1 ein weiteres Schiff 2 gezeigt, auf welchem die Last abgelegt oder von welchem die Last angehoben werden kann.

[0036] Wie in Fig. 1 eingezeichnet, erzeugt die Wellenbewegung eine Bewegung des Schiffes und damit eine Bewegung v_C der Spitze 10 des Auslegers und damit der Last. Ebenso erzeugt die Wellenbewegung eine Bewegung v_D des weiteren Schiffes und damit des Zielorts. Die durch die Wellenbewegung erzeugten Bewegungen des Kranes wirken sich auf die maximal zulässige Traglast (SWL für Safe Work Load) aus. Erfindungsgemäß wird die situationsgerechte maximale Traglast des Kranes anhand von Meßwerten, welche durch eine Meßeinheit zur Messung der Bewegung des Schiffes 1 erhalten werden, bestimmt. Die durch die Sensoren erfaßten Schiffsbewegungen werden dabei mittels Filteralgorithmen aufbereitet, um so die vertikale Auslegerspitzen- geschwindigkeit und/oder vertikale Auslegerspitzen- beschleunigung zu bestimmen. Mit dieser Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung kann anschließend die situa- tionsgerechte maximale Traglast des Kranes berechnet werden.

[0037] Die Messung der realen Schiffsbewegung auf offener See erlaubt dabei, die technischen Grenzen bes- ser auszunutzen, da über die übermittelte reale Bewe- gung der Auslegerspitze in vertikaler Richtung die ma-ximale Traglast erheblich sicherer bestimmt werden kann als durch ein Verfahren gemäß dem Stand der Technik.

[0038] Als Meßeinheit MU wird vorteilhafterweise eine Inertial-Meßeinheit eingesetzt. Diese kann insbesondere ein Gyroskop und/oder einen Beschleunigungsaufneh-mer bzw. -sensor und/oder elektronische Neigungsgeber umfassen. In Fig. 1 sind nun drei mögliche unterschied-liche Positionen für eine solche Meßeinheit angegeben, welche erfindungsgemäß sowohl in Kombination als auch jeweils einzeln eingesetzt werden können:

MU 1: Anordnung der Meßeinheit MU 1 an der Aus- legerspitze

MU 2: Anordnung der Meßeinheit MU 2 am Turm des Kranes oder am Schiff

MU 3: Anordnung der Meßeinheit MU 3 auf einem weiteren Schiff/Barge

[0039] Die ersten beiden Positionen für die Anordnung einer Meßeinheit können dabei alternativ oder gleichzei- tig eingesetzt werden, um die Bewegung der Ausleger- spitze aufgrund der Bewegung des Schiffes 1 zu bestim- men. Die dritte Anordnungsmöglichkeit einer Meßeinheit dient dazu, die Bewegung eines weiteren Schiffes 2, auf welchem die Last abgelegt oder von welchem die Last

aufgenommen werden soll, zu bestimmen.

[0040] Falls anstelle eines weiteren Schiffes 2 eine fixe Installation eingesetzt wird, zum Beispiel eine Plattform, wird die dritte Meßeinheit MU 3 nicht benötigt. Vielmehr kann dann die vertikale Geschwindigkeit v_D mit Null an- genommen werden.

[0041] Die vertikale Geschwindigkeit v_C in der Ausle- gerspitze oder die Beschleunigung der Auslegerspitze kann dagegen durch die MU 1 direkt gemessen und/oder aus den durch die MU 2 gemessenen Werten berechnet werden.

[0042] Die Auswertung der Meßwerte wird nun in ei- nem ersten Ausführungsbeispiel näher erläutert, bei wel- chem die Bestimmung der maximalen Traglast anhand einer vertikalen Spitzengeschwindigkeit v_C ermittelt wird. Durch Aufzeichnung der Bewegung der Auslegerspitze mittels der Meßeinheit MU 1 und anschließender stati- stischer Auswertung über ein bestimmtes Zeitfenster wird dabei die gemittelte vertikale Geschwindigkeit der aktuellen Position der Kranspitze bestimmt. Diese verti- kale Geschwindigkeit und die Ausladung bestimmen dann die maximale Traglast.

[0043] Fig. 2 zeigt dabei einen prinzipiellen Ablauf der Auswertung: Die von der Meßeinheit 20 gemessenen Daten zur Bewegung der Auslegerspitze werden dabei zunächst über einen Filteralgorithmus 21 gefiltert und aus diesen die aktuelle vertikale Geschwindigkeit v_C er- mittelt. Die Position des Kranauslegers, welche aus der Kransteuerung in Schritt 25 entnommen wird, geht dabei vorteilhafterweise in den Algorithmus 21 zur Berechnung der vertikalen Geschwindigkeit v_C der Auslegerspitze aus den Meßdaten der Meßeinheit 20 ein. Dann wird in Schritt 22 der Mittelwert des oberen Drittels der gemes- enen Geschwindigkeiten v_C über ein bestimmtes Zeit- fenster ermittelt.

[0044] Die in Schritt 22 ermittelte Spitzengeschwindig- keit und die Ausladung des Kranauslegers werden in Schritt 23 dazu herangezogen, die maximale Traglast zu bestimmen. Dabei wird die maximale Traglast aus einer entsprechenden Tabelle anhand der Werte für die Spit- zengeschwindigkeit und für die Ausladung ausgelesen. In Schritt 30 erfolgt dann die Ausgabe der so ermittelten maximalen Traglast SWL in einem Benutzerinterface.

[0045] Um den Komfort für den Benutzer zu erhöhen kann die Bestimmung der vertikalen Geschwindigkeit v_C der Auslegerspitze für einen beliebigen Arbeitspunkt er- folgen, ohne daß dieser Punkt zuerst vom Kran angefahr- en werden muß. Hierfür kann die zweite Meßeinheit MU 2 verwendet werden. Über eine Eingabe des Benutzers kann dabei eine beliebige Auslegerspitzenposition virtu- ell angefahren werden. Aus den durch die Meßeinheit 2 ermittelten Daten kann nun die vertikale Auslegerspit- zengeschwindigkeit v_C für den virtuellen Arbeitspunkt der Auslegerspitze berechnet werden. Hierzu muß lediglich die bekannte Geometrie der Auslegerspitze in Bezug auf die Position der zweiten Meßeinheit MU 2 herangezogen werden.

[0046] Die Auswertung kann dabei wie in Fig. 2 dar-

gestellt erfolgen, wobei nun der Filteralgorithmus 21 jedoch die Umrechnung der Daten von der nicht an der Kranauslegerspitze angeordneten Meßeinheit 20 anhand von virtuellen Daten zur Position des Kranauslegers vornimmt.

[0047] Selbstverständlich ist es dabei möglich, sowohl eine erste Meßeinheit MU 1 an der Auslegerspitze, als auch eine zweite Meßeinheit MU 2 am Turm oder am Schiff einzusetzen.

[0048] Fig. 3 zeigt dabei eine Ein-/Ausgabeeinheit, über welche eine beliebige Auslegerspitzenposition virtuell angefahren werden kann. Dabei kann über die Eingabemaske 31 der Drehwinkel, über die Eingabemaske 32 der Radius umgestellt werden. Die Eingabe kann dabei zum Beispiel über eine Tastatur und/oder virtuelle Schieber an einem Monitor oder Touchscreen erfolgen. Die Benutzeroberfläche gibt nun für die eingestellte virtuelle Position die vertikale Spitzengeschwindigkeit in der Anzeige 33, und die daraus resultierende maximale Traglast SWL in einer Anzeige 34 aus.

[0049] Alternativ oder zusätzlich kann eine Anzeige der maximalen Traglasten für den gesamten Arbeitsbereich z.B. in Form einer Traglastkurve erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die maximalen vertikalen Geschwindigkeiten und damit die maximal zulässigen Traglasten für unterschiedliche Drehwinkel des Kranes unterschiedlich sein können, da die Wellenbewegung beispielsweise zu einer stärkeren Bewegung des Schiffes in Querrichtung als in Längsrichtung führen kann.

[0050] Um dennoch eine Traglastkurve angeben zu können, welche für beliebige Drehwinkel des Kranes Gültigkeit hat, kann wie folgt vorgegangen werden:

[0051] Zunächst wird die maximale vertikale Geschwindigkeit v_C für N verschiedene Drehwinkel über den gesamten Ausladungsbereich berechnet. In einem zweiten Schritt werden hieraus die maximalen Traglasten für die verschiedenen Drehwinkel in Abhängigkeit vom Radius ermittelt. Die Darstellung erfolgt nun durch Projektion der maximalen Traglasten für die verschiedenen Drehwinkel in eine einzige Grafik. Schließlich kann dann das Minimum über alle Drehwinkel gerechnet werden, welches dann als maximale mögliche SWL in Form einer Traglastkurve dargestellt wird.

[0052] In Fig. 4 ist dabei ein Ausführungsbeispiel einer solchen Anzeige dargestellt, bei welcher mehrere Traglastkurven 35 für unterschiedliche Drehwinkel in einer Darstellung kombiniert werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Anzeige des Minimums über alle Traglastkurven vorgesehen sein.

[0053] Bei allen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung erfolgt nach einem Neustart der Steuerung eine Neuinitialisierung der Ermittlung der Bewegung der Auslegerspitze. Die Ausgangsergebnisse basieren dabei immer auf Werten seit Neustart der Steuerung. Alte Daten werden dagegen für die Berechnung nicht berücksichtigt.

[0054] Die Darstellung der Ergebnisse kann dabei sowohl in der Kransteuerung als auch auf einem extern

anzuschließenden Diagnoserechner erfolgen.

[0055] Die bisherigen Ausführungsbeispiele betrafen dabei den Fall $v_D = 0$, das heißt die Arbeit mit einem feststehenden Ziel. Soll dagegen mit einer Deckgeschwindigkeit ungleich Null gearbeitet werden, das heißt mit einem weiteren Schiff als Ziel oder Ausgangspunkt, so werden noch die Meßwerte der dritten Meßeinheit MU 3 herangezogen. Die Arbeitsweise entspricht dabei im wesentlichen dem bereits oben beschriebenen Fall, wobei jedoch die Lookup-Tabelle 23 einen weiteren Eingang aufweist. Neben der Geschwindigkeit der Auslegerspitze v_C wird dann auch die Deckgeschwindigkeit v_D herangezogen, um die maximal zulässige Traglast aus der Tabelle 23 auszulesen (vgl. Figur 5).

[0056] Die Auswertung der Meßdaten der dritten Meßeinheit 40 erfolgt dabei analog zu der Auswertung der Daten der ersten oder zweiten Meßeinheit 20. Hierfür ist ein Filteralgorithmus 41 vorgesehen, welcher aus den Daten der Meßeinheit die Deckgeschwindigkeit in vertikaler Richtung v_D bestimmt. In Schritt 42 wird hieraus dann der Mittelwert des oberen Drittels bestimmt. Dieser geht dann als Spitzenwert der Deckgeschwindigkeit in die Bestimmung der maximalen Traglast ein.

[0057] Die Anzeige der Daten auf dem Benutzerinterface 30 kann dann erfolgen wie bereits oben dargestellt.

[0058] Anstelle der im Ausführungsbeispiel herangezogenen Geschwindigkeit in vertikaler Richtung v_C bzw. v_D kann alternativ oder zusätzlich auch die Beschleunigung in vertikaler Richtung a_C bzw. a_D zur Bestimmung der maximal zulässigen Traglast herangezogen werden. Die Auswertung der Meßergebnisse kann dabei in gleicher Weise wie für die Geschwindigkeit erfolgen.

[0059] In den Fig. 6 und 7 sind Auswertungsabläufe analog zu denjenigen gemäß der Fig. 4 und 5 dargestellt. Hier sind zusätzlich noch in Schritt 50 die Horizontaleinflüsse berücksichtigt. Diese können in einer aus dem Beladungszustand oder einer Vortrimmung resultierenden Schrägstellung des Schiffes begründet sein. Auch dynamische Horizontalablenkungen der Last, die durch horizontale Relativbewegungen der Installationen bedingt sind (Schiff mit Kran, Schiff, das die Last ab- und aufnimmt), sind hier berücksichtigt. Dabei können die Horizontaleinflüsse gemessen oder berechnet werden. Die Werte können durch Tabellen oder durch Online-Berechnung in den Traglasten berücksichtigt werden.

[0060] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es durch die Verwendung von Meßwerten zur Schiffsbewegung, einen auf einem Schiff eingesetzten Kran trotz der durch die Wellenbewegung erzeugten Bewegung des Schiffes und damit des Kranes sicher und mit hohen Traglasten einzusetzen.

[0061] Als Schiff im Sinne der vorliegenden Erfindung wird dabei jeder schwimmfähige Körper, welcher damit einer Wellenbewegung ausgesetzt ist, angesehen. Die vorliegende Erfindung kann daher auch bei Kranen, welche auf Barge oder anderen Schwimmkörpern angeordnet sind, eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Kransteuerung für einen auf einem Schiff (1) angeordneten Kran (3), mit einer Lastmomentbegrenzung, welche eine maximal zulässige Traglast bestimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lastmomentbegrenzung mit einer Meßeinheit (20) zur Messung der Bewegung des Schiffes (1) in Verbindung steht und die maximal zulässige Traglast auf Grundlage von Daten der Meßeinheit (20) bestimmt. 5 10
2. Kransteuerung nach Anspruch 1, wobei die Lastmomentbegrenzung durch die Auswertung von Daten der Meßeinheit (20) zur Messung der Bewegung des Schiffes (1) eine Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze (10) insbesondere in vertikaler Richtung ermittelt und hieraus die maximal zulässige Traglast bestimmt, wobei die Ermittlung vorteilhafterweise auf Grundlage von Daten eines jeweils vorangegangenen bestimmten Zeitraums erfolgt. 15 20
3. Kransteuerung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lastmomentbegrenzung eine Spitzengeschwindigkeit und/oder Spitzenbeschleunigung der Auslegerspitze (10) über einen bestimmten Zeitraum ermittelt, wobei die Lastmomentbegrenzung vorteilhafterweise einen Mittelwert der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze (10) über den bestimmten Zeitraum bildet und die Mittelwertbildung vorteilhafterweise über einen oberen Teilbereich der durch die Meßeinheit (20) bestimmten Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen erfolgt. 25 30
4. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die maximal zulässige Traglast anhand eines aus den Daten der Meßeinheit (20) ermittelten Geschwindigkeitswertes und/oder Beschleunigungswertes aus einer Tabelle ausgelesen wird oder online berechnet wird. 35 40
5. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Horizontaleinflüsse gemessen und/oder berechnet werden, um dann durch Tabellen oder durch eine Online-Berechnung bei der Traglastberechnung berücksichtigt werden. 45
6. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Meßeinheit (20) an der Kran- spitze angeordnet ist oder wobei eine Bestimmung der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Auslegerspitze (10) für eine bestimmte Auslegerposition durch Umrechnung von Daten einer nicht in dieser Position angeordneten Meßeinheit (20) erfolgt, wobei die Meßeinheit (20) vorteilhafterweise am Turm (5) des Kranes (3) oder am Schiff (1) angeordnet ist und/oder wobei vorteilhafterweise die Bestim-

mung für eine vom Benutzer eingebbare Auslegerposition erfolgt.

7. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Lastmomentbegrenzung mit einer weiteren Meßeinheit (20) in Verbindung steht, welche die Bewegung eines weiteren Schiffes (1) bestimmt, wobei die Lastmomentbegrenzung zur Bestimmung der maximal zulässigen Traglast zusätzlich Daten der weiteren Meßeinheit (20) heranzieht. 5 10
8. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit einer Ausgabeeinheit, insbesondere einer optischen Ausgabeeinheit, welche die durch die Lastmomentbegrenzung berechnete maximale Traglast ausgibt, wobei die Ausgabe vorteilhafterweise für eine bestimmte, insbesondere durch den Benutzer eingegebene Auslegerposition und/oder als Traglastkurve erfolgt. 15 20
9. Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Messeinheit (20) ein Inertialmesssystem oder ein GPS-System ist. 25
10. Kran (3) mit einer Kransteuerung nach einem der vorangegangenen Ansprüche oder Schiff (1) mit einem Kran (3) nach einem der vorangegangenen Ansprüche. 30
11. Verfahren zum Betrieb eines auf einem Schiff (1) angeordneten Krans (3) nach Anspruch 10, bei welchem eine maximal zulässige Traglast bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bewegung des Schiffes (1) gemessen und die maximal zulässige Traglast auf Grundlage der gemessenen Bewegung bestimmt wird. 35 40

Claims

1. A crane control for a crane (3) arranged on a ship (1) having a load moment limitation system which determines a maximum permitted payload, **characterized in that** the load moment limitation apparatus is in communication with a measuring unit (20) for measuring the movement of the ship (1) and determines the maximum permitted payload on the basis of data of the measuring unit (20). 45 50
2. A crane control in accordance with claim 1, wherein the load moment limitation system determines a speed and/or acceleration of the boom tip (10), in particular in the vertical direction, by the evaluation of data of the measuring unit (20) for measuring the movement of the ship (1) and determines the maximum permitted payload from this, with the determination advantageously taking place on the basis of

data of a respectively preceding defined time period.

3. A crane control in accordance with claim 1 or claim 2, wherein the load moment limitation system determines a tip speed and/or tip acceleration of the boom tip (10) over a specific time period, with the load moment limitation system advantageously forming a mean value of the speed and/or acceleration of the boom tip (10) over the specific time period and the mean value formation advantageously taking place over an upper part region of the speeds and/or accelerations determined by the measuring unit (20). 5
4. A crane control in accordance with one of the preceding claims, wherein the maximum permitted payload is read out of a table with reference to a speed value and/or acceleration value determined from the data of the measuring unit (20) or is calculated online. 10
5. A crane control in accordance with one of the preceding claims, wherein the horizontal influences are measured and/or calculated in order then to be taken into account in the payload calculation by tables or by an online calculation. 15
6. A crane control in accordance with one of the preceding claims, wherein the measuring unit (20) is arranged at the crane tip, or wherein a determination of the speed and/or acceleration of the boom tip (10) takes place for a specific boom position by conversion of data of a measuring unit (20) not arranged in this position, with the measuring unit (20) advantageously being arranged at the tower (5) of the crane (3) or at the ship (1) and/or with the determination advantageously taking place for a boom position which can be input by the user. 20
7. A crane control in accordance with one of the preceding claims, wherein the load moment limitation system is in communication with a further measuring unit (20) which determines the movement of a further ship (1); wherein the load moment limitation system makes use of additional data of the further measuring unit (20) for determining the maximum permitted payload. 25
8. A crane control in accordance with one of the preceding claims having an output unit, in particular an optical output unit which outputs the maximum payload calculated by the load moment limitation system, with the output advantageously taking place for a specific boom position, in particular input by the user, and/or as a payload curve. 30
9. A crane control in accordance with one of the preceding claims, wherein the measuring unit (20) is an inertia measuring system or a GPS system. 35

10. A crane (3) having a crane control in accordance with one of the preceding claims or a ship (1) having a crane (3) in accordance with one of the preceding claims. 40

11. A method for operating a crane (3) arranged on a ship (1) in accordance with claim 10, in which a maximum permitted payload is determined, **characterized in that** a movement of the ship (1) is measured; and the maximum permitted payload is determined on the basis of the measured movement. 45

Revendications

1. Commande de grue destinée à une grue (3) disposée sur un navire (1), comprenant une limitation du moment de charge qui détermine une charge maximale admissible, **caractérisée en ce que** la limitation du moment de charge est en liaison avec une unité de mesure (20) servant à mesurer le mouvement du navire (1) et détermine la charge maximale admissible sur la base de données de l'unité de mesure (20). 50
2. Commande de grue selon la revendication 1, la limitation du moment de charge déterminant au moyen de l'évaluation de données de l'unité de mesure (20) servant à mesurer le mouvement du navire (1) une vitesse et/ou accélération de la pointe de flèche (10) notamment dans la direction verticale et déterminant à partir de celle(s)-ci la charge maximale admissible, la détermination étant effectuée de manière avantageuse sur la base de données d'une période précédente respective donnée. 55
3. Commande de grue selon la revendication 1 ou 2, la limitation du moment de charge déterminant une vitesse de pointe et/ou une accélération de pointe de la pointe de flèche (10) sur une période donnée, la limitation du moment de charge formant de manière avantageuse une valeur moyenne de la vitesse et/ou de l'accélération de la pointe de flèche (10) sur la période donnée et la formation de la valeur moyenne étant effectuée de manière avantageuse au moyen d'une partie supérieure des vitesses et/ou accélérations déterminées par l'unité de mesure (20).
4. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, la charge maximale admissible étant sélectionnée dans un tableau à l'aide d'une valeur de vitesse et/ou une valeur d'accélération déterminée(s) à partir des données de l'unité de mesure (20) ou étant calculée en ligne.
5. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, les influences horizontales étant me-

surées et/ou calculées pour être ensuite prises en compte dans le calcul de la charge au moyen de tableaux ou d'un calcul en ligne.

6. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, l'unité de mesure (20) étant disposée à la pointe de la grue ou une détermination de la vitesse et/ou de l'accélération de la pointe de flèche (10) étant effectuée pour une position de flèche donnée par la conversion de données d'une unité de mesure (20) ne se trouvant pas dans cette position, l'unité de mesure (20) étant disposée de manière avantageuse sur la tour (5) de la grue (3) ou sur le navire (1) et/ou la détermination étant effectuée de manière avantageuse pour une position de flèche pouvant être saisie par l'utilisateur. 5
10
7. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, la limitation du moment de charge étant en liaison avec une autre unité de mesure (20) qui détermine le mouvement d'un autre navire (1), la limitation du moment de charge tenant compte en outre de données de l'autre unité de mesure (20) pour déterminer la charge maximale admissible. 20
25
8. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, comprenant une unité de sortie, en particulier une unité de sortie optique, qui sort la charge maximale calculée par la limitation du moment de charge, la sortie étant effectuée de manière avantageuse pour une position de flèche donnée, notamment saisie par l'utilisateur, et/ou sous forme de courbe de charge. 30
9. Commande de grue selon l'une des revendications précédentes, l'unité de mesure (20) étant un système de mesure à inertie ou un système GPS. 35
10. Grue (3) comprenant une commande de grue selon l'une des revendications précédentes ou navire (1) comprenant une grue (3) selon l'une des revendications précédentes. 40
11. Procédé d'exploitation d'une grue (3) disposée sur un navire (1) selon la revendication 10, dans lequel une charge maximale admissible est déterminée, **caractérisé en ce qu'un** mouvement du navire (1) est mesuré et la charge maximale admissible est déterminée sur la base du mouvement mesuré. 45
50

55

FIG. 1

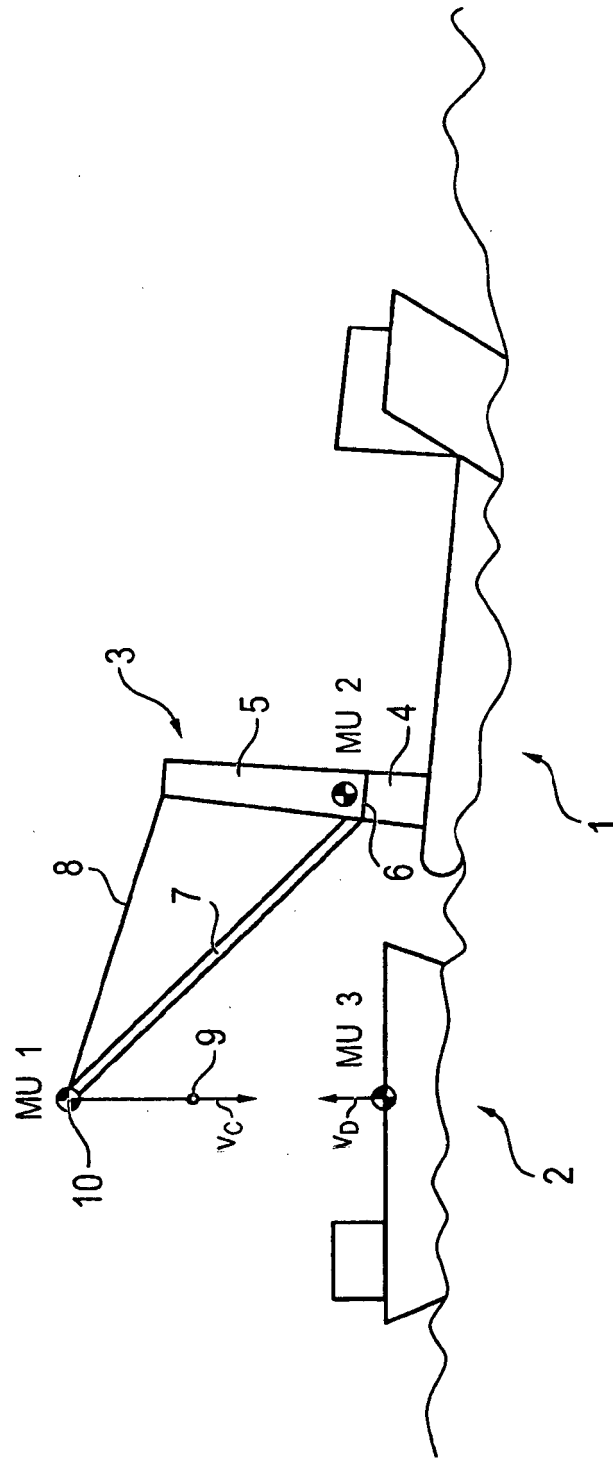
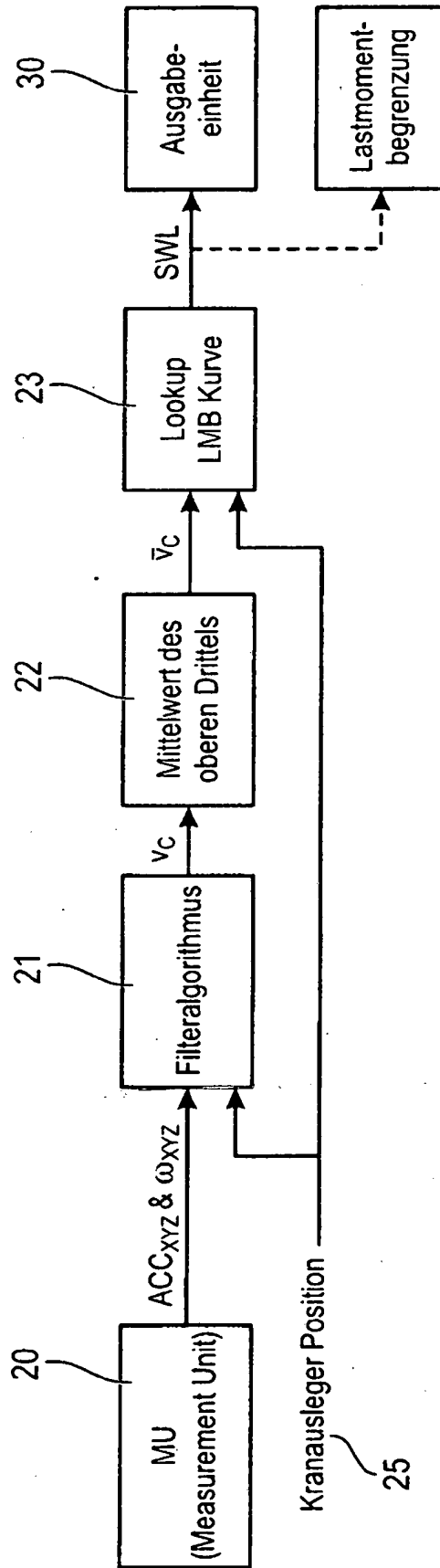


FIG. 2



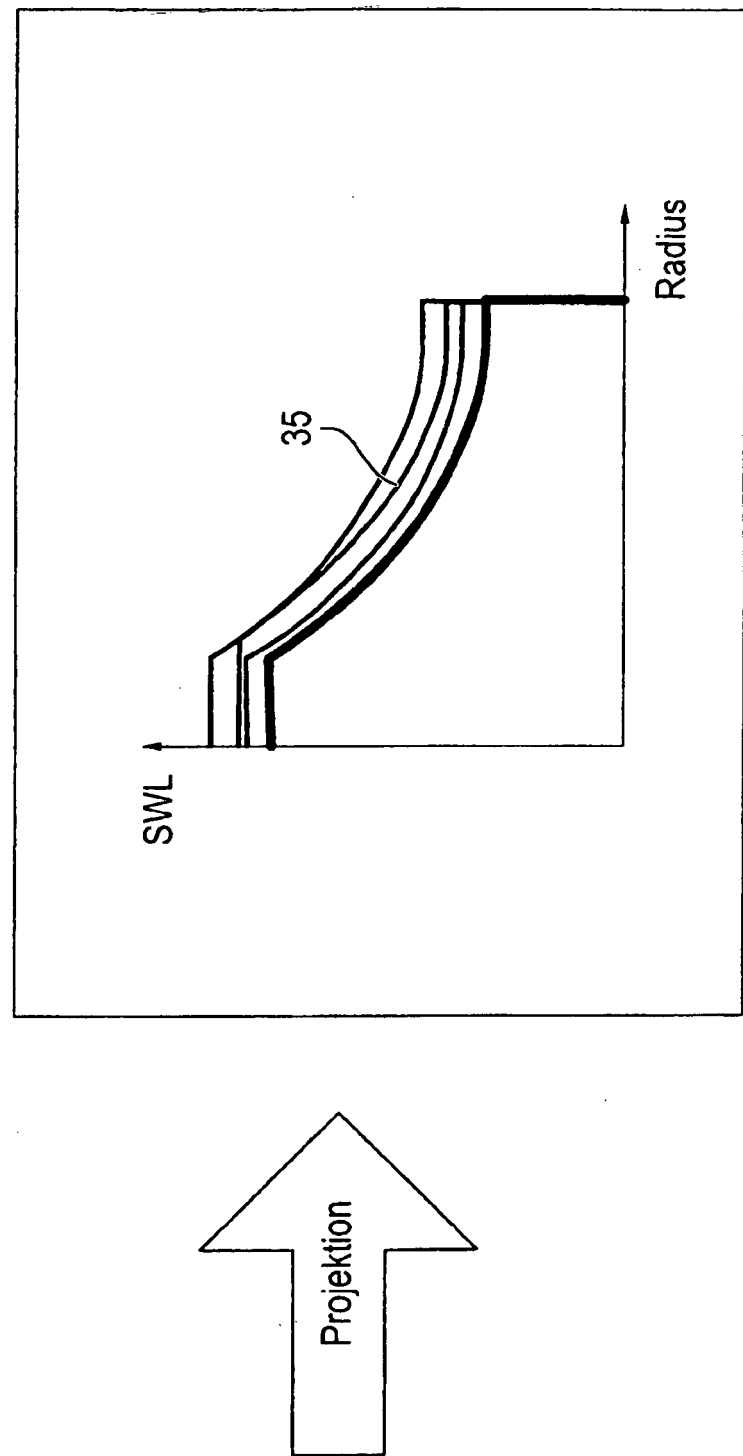
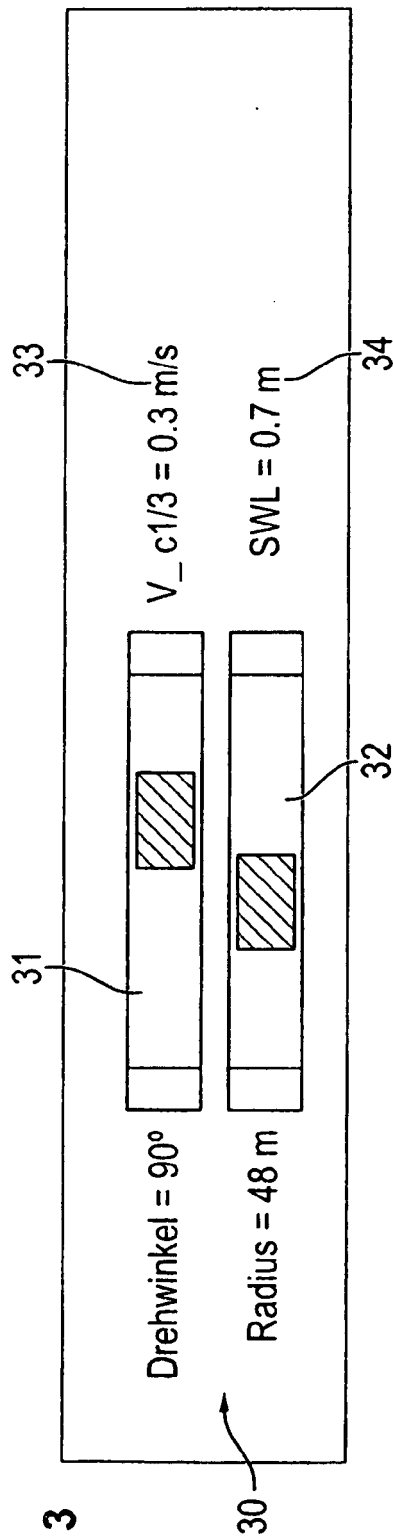


FIG. 5

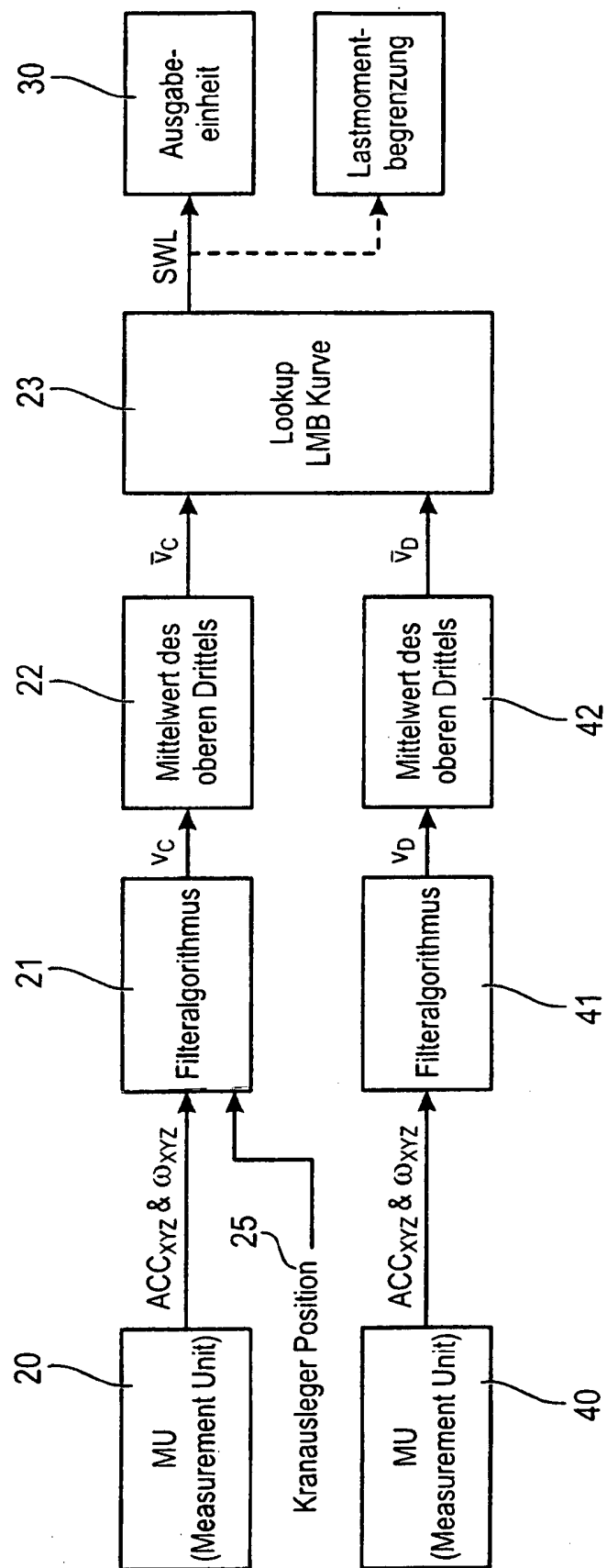


FIG. 6

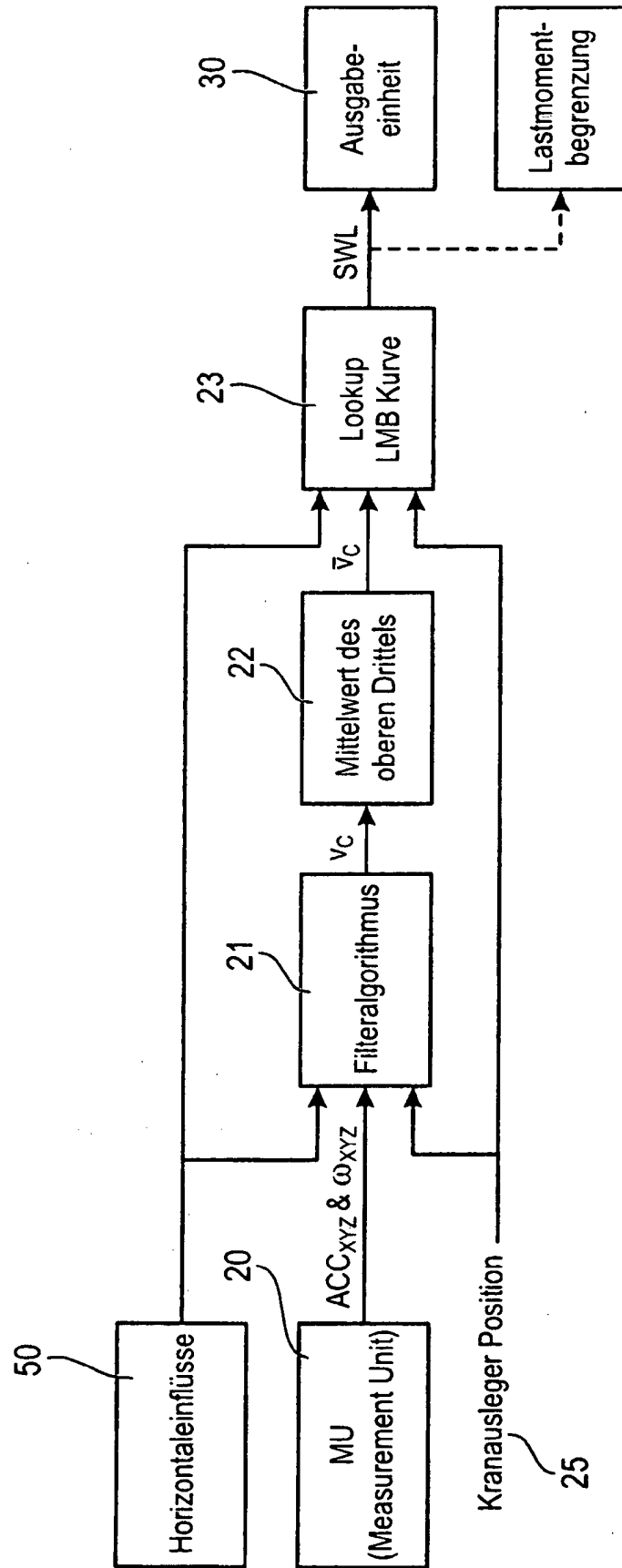
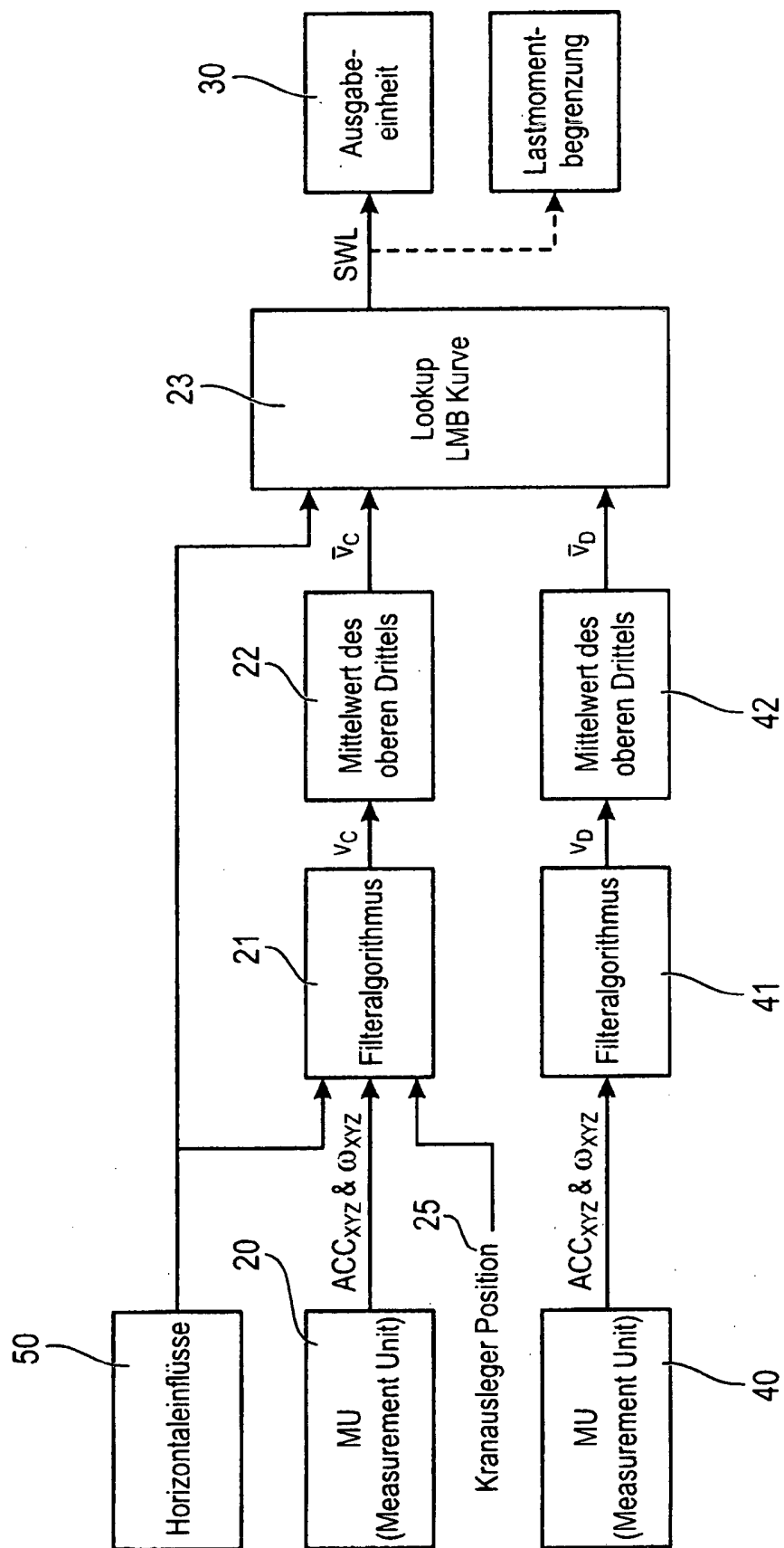


FIG. 7



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

- GB 2267360 A [0003]
- US 6505574 B1 [0004]
- US 20100089855 A1 [0005]
- DE 102008024513 A1 [0006]