(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 0 849 213 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
03.01.2001 Patentblatt 2001/01

(21) Anmeldenummer: **97118984.0**

(22) Anmeldetag: **30.10.1997**

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

(54) Turmdrehkran

Tower crane

Grue à tour

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **20.12.1996 DE 19653579**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.1998 Patentblatt 1998/26

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Werk Biberach GmbH**
88400 Biberach an der Riss (DE)

(72) Erfinder:
- **Zerza, Horst, Dipl.-Ing.**
  88444 Fischbach (DE)
- **Katein, Gerhard,. Dipl.-Ing.**
  88433 Assmannshardt (DE)

(74) Vertreter: **Gossel, Hans K. et al**
Lorenz-Seidler-Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 614 845
WO-A-90/04564
DE-A- 4 417 608
FR-A- 2 041 657
GB-A- 1 403 046

EP 0 849 213 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Turmdrehkran, mit einer die maximale Traglast überwachenden Überwachungseinrichtung, die den Kran außer Betrieb setzt, wenn die Traglast die sich jeweils aus der Grenzlastkurve ergebende Grenzlast erreicht oder überschreitet. Für Turmdrehkrane wird üblicherweise eine Grenzlastkurve definiert, die in Abhängigkeit von der Traglast die höchstzulässige Ausladung festlegt. Um sicher zu stellen, daß der Kran auch bei unsachgemäßer Bedienung nicht in einen seine Stabilität gefährdenden Bereich gerät, sind üblicherweise Parameter und Betriebszustände des Krans überwachende Sensoren vorgesehen, deren Signale in einer elektronischen Überwachungs- und Steuereinheit ausgewertet werden, die den Kran stillsetzt und einen weiteren Betrieb unterbricht, wenn eine zu hohe Last gehoben werden soll oder eine Last in den Bereich einer unzulässigen Ausladung verfahren wird. Dabei wird zur Überwachung der Ausladung beispielsweise die Länge des Katzfahrseils gemessen. Zur Messung der Hubkraft wird die auf das Hubseil wirkende Kraft gemessen. Weiterhin kann zur Ermittlung des von dem Ausleger in den Turm eingeleiteten Moments die Verformung der Turmspitze gemessen werden, die sich daraus ergibt, daß das Auslegerabspannseil an der Turmspitze befestigt ist.

[0002] Bei der Ermittlung der Grenzlastkurve ist die DIN 15 018 Teil 1 zu berücksichtigen, in der entsprechend der Hubklasseneinteilung von Kranen Hublastbeiwerte angegeben sind, die Faktoren darstellen, mit denen die tatsächliche Hublast zu multiplizieren ist, um die rechnerisch vorgeschriebene Hublast zu erhalten. Der Hublastbeiwert hängt einmal von der Steifigkeit des Krans ab und verringert sich mit der Elastizität des Tragwerks und ist also umso kleiner, je weicher die Federung des Hubwerks ist. Hierbei handelt es sich um Werte, die kranabhängig sind und zu einer Einteilung der Krane in Hubklassen führen.

[0003] Der Hublastbeiwert hängt von der Hubgeschwindigkeit zu Beginn des Anhebens der Nutzlast ab und ist in dem Maße kleiner, in dem die Beschleunigungen und Verzögerungen beim Anheben der Last und bei Änderungen der Hubbewegungen geringer sind.

[0004] Üblicherweise ist die Hubgeschwindigkeit bei kleiner Last größer, so daß auch der Hublastbeiwert bei kleiner Last und bei größerer Last und entsprechend verringerter Hubgeschwindigkeit kleiner ist.

[0005] Aufgrund der Grenzlastkurven ist die Tragkraft eines Krans festgelegt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Kran der eingangs angegebenen Art zu schaffen, dessen zulässige Traglast ohne Änderung der vorhandenen Konstruktion erhöht ist.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Turmdrehkran gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0008] Der erfindungsgemäße Kran läßt sich in zulässiger Weise in einem erweiterten Grenzlastbereich betreiben, in dem die Geschwindigkeit der Lastenbewegung überwacht und in Grenzen gehalten wird, die für jede Geschwindigkeit den zugehörigen Hublastbeiwert berücksichtigen. Damit ermöglicht die Erfindung die Bewegung höherer Spitzenlasten, als sie unter Beachtung der üblichen Grenzlastkurve möglich ist.

[0009] Grundsätzlich ist es nach der Erfindung möglich, für jede verringerte Beschleunigung und Verzögerung eine entsprechend erweiterte Grenzlastkurve, die die zulässigen Traglasten erweitert, zu bestimmen. Da dies jedoch mit einem großen Rechenaufwand verbunden ist, ist es zweckmäßig, vorbestimmte Hubgeschwindigkeiten und Beschleunigungen und Verzögerungen zu definieren, denen die erweiterten Grenzlastkurven Rechnung tragen.

[0010] Die Erfindung beruht darauf, daß die an sich gegebene Tragkraft des Krans vollständiger ausgenutzt wird und die die zulässige Traglast bestimmenden Parameter genau und in einer Weise durch besondere Steuer- und Überwachungseinrichtungen überwacht werden, daß auch bei einer unsachgemäßen Bedienung die erweiterten Grenzlastkurven nicht überschritten werden können.

[0011] Erfindungsgemäß ist ein Schalter vorgesehen, durch dessen Betätigung der Kranbetrieb auf die erweiterte Grenzlastkurve umschaltbar ist. Um dem Kranführer anzuzeigen, daß er die Grenzlastkurve anfährt, die nur durch Betätigung des Schalters überbrückt werden kann, kann kurz vor Erreichen der Grenzlastkurve ein Signal gegeben werden. Dieser Schalter kann manuell oder durch eine besondere elektrische Schaltung automatisch aktiviert werden, wenn der LM_1-Bereich in Richtung des LM_2 Bereichs überschritten wird und umgekehrt.

[0012] Turmdrehkräne sind häufig zwischen einem Zwei-Strang- und Vier-Strang-Betrieb automatisch umschaltbar. Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist daher vorgesehen, daß für den Zwei-Strang- und den Vier-Strang-Betrieb besondere erweiterte Grenzlastbereiche definiert sind, die für den jeweiligen Krantyp festgelegt sind, so daß sich insofern eine Vereinfachung der Steuerung ergibt als die Grenzlastbereiche nicht besonders für jede Geschwindigkeit berechnet werden müssen.

[0013] Der erweiterte Grenzlastbereich sowohl für den Zwei-Strang-Betrieb als auch für den Vier-Strang-Betrieb kann durch Konstantlastkurven begrenzt sein.

[0014] Mit diesen Konstantlastkurven im Bereich der Auslegerspitze können die herkömmlichen Krane, welche in der Regel mit einer einfachen mechanischen Überlastsicherung ausgerüstet sind, und bei denen die meist gelenkige Auslegerbefestigung am Kranturm bzw. an der Drehbühne in einem gewissen Abstand zur Krandrehachse liegt, die Traglasten im vorderen Auslegerbereich besonders stark angehoben werden (ohne daß ein Kranbauteil verstärkt werden muß und meist ohne zusätzlichen Ballast zur Einhaltung der geforderten Standsicherheit).

[0015] Zweckmäßigerweise entspricht die den erweiterten Grenzlastbereich für den Zwei-Strang-Betrieb begrenzende Konstantlast der höchst möglichen Hublast an der Auslegerspitze für eine vorbestimmte verringerte Geschwindigkeit zur Lasthub- bzw. Senkbewegung.

[0016] Der erweiterte Grenzlastbereich für die den Vier-Strang-Betrieb begrenzende Konstantlast kann der doppelten Hublast, welche im Zweistrangbetrieb an der Auslegerspitze möglich ist entsprechen.

[0017] Als Ergänzung zum erweiterten Grenzlastbereich über eine Konstantlastkurve, können auch mehrere Konstantlastkurven im erweiterten Grenzlastbereich angeordnet werden, welche zusätzlich über eine Laufkatzpositionsüberwachung auf einen bestimmten Ausladungsbereich begrenzt werden können. Dadurch ergeben sich dann stufenförmige Lastkurvenbegrenzungen (siehe Fig. 3).

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß ein zusätzlich noch weiter erweiterter Grenzlastbereich dadurch geschaffen wird, daß ein auf dem Gegenausleger zusätzliches verfahrbares Gegengewicht vorgesehen ist. Dieses Gegengewicht kann jeweils zur entsprechenden Ausbalancierung des Auslegers und des Lastmoments verfahren werden und ist insbesondere bei wippbarem Ausleger zweckmäßig.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt

- Fig. 1 ein Diagramm mit einer üblichen und einer erweiterten Grenzlastkurve für einen Turmdrehkran,
- Fig. 2 ein der Fig. 1 entsprechendes Diagramm, bei dem der erweiterte Grenzlastbereich sowohl für den Zwei-Strang-Betrieb als auch für den Vier-Strang-Betrieb durch Konstantlastkurven begrenzt ist, und
- Fig. 3 ein der Fig. 1 entsprechendes Diagramm, bei dem der erweiterte Grenzlastbetrieb durch mehrere stufenförmige Lastkurvenbegrenzungen gebildet wird, und
- Fig. 4 ein Diagramm, das einen zusätzlich weiter erweiterten Grenzlastbereich aufgrund eines zusätzlichen verfahrbaren Gegengewichts zeigt.

[0020] Aus Fig. 1 ist ein Diagramm ersichtlich, bei dem auf der Ordinate die Traglast (t) und auf der Abszisse die zulässige Ausladung der Traglast (m) aufgetragen sind. Die übliche Grenzlastkurve besteht aus dem Konstantbereich 10 und dem variablen Lastbereich, der durch die gekrümmte Kurve 11 dargestellt ist. Zusätzlich ist ein erweiterter Grenzlastbereich definiert, der durch die erweiterte Grenzlastkurve 12 begrenzt ist. Dieser erweiterte Grenzlastbereich ergibt sich daraus, daß in diesem die Nutzlast nur mit einer Geschwindigkeit gehoben und abgesenkt werden kann, die gegenüber der Grenzlastkurve 11 unter Berücksichtigung der Hublastbeiwerte verringert ist. Um den Kran in dem Grenzlastbereich zwischen der Grenzlastkurve 11 und der erweiterten Grenzlastkurve 12 betreiben zu können, werden über die vorhandenen Sensoren die zu hebende Nutzlast und das von dieser über den Ausleger auf den Turm übertragene Moment überwacht und aus den entsprechenden Parametern berechnet das elektronische Rechenwerk der Kransteuerung die höchst zulässigen Geschwindigkeiten, mit denen die Nutzlast gehoben und abgesenkt werden darf, um unter Berücksichtigung der Hublastbeiwerte in dem zulässigen Lastbereich zu bleiben.

[0021] Entsprechend den errechneten reduzierten Werten wird die höchstmögliche Drehzahl des Hubwerks auf einen Wert begrenzt, bei dem die höchst zulässigen Geschwindigkeiten nicht überschritten werden können.

[0022] Wird der Kran in dem erweiterten Grenzlastbereich betrieben, wird auch die Laufkatze mit verringerter Geschwindigkeit verfahren, um große Beschleunigungen zu vermeiden.

[0023] Entsprechendes gilt auch für das Drehwerk. In dem erweiterten Grenzlastbereich wird das Drehwerk für den Turm bzw. für den den Ausleger tragenden Oberwagen reduziert, so daß ein Drehen des Auslegers auch nur mit entsprechend verringerter Drehgeschwindigkeit möglich ist.

[0024] Schließlich können zusätzliche Belastungen auch durch Windkräfte entstehen. Zweckmäßigerweise ist daher eine Messung der Windgeschwindigkeiten vorgesehen, die ein Arbeiten in dem erweiterten Grenzbereich ausschließt, wenn die Windgeschwindigkeiten eine gefährliche Größe annehmen.

[0025] In dem erweiterten Grenzbereich zwischen den Grenzlastkurven 11 und 12 betriebene Krane weisen zweckmäßigerweise Hubwerke und Katzfahrantriebe auf, die durch Frequenzumrichter steuerbar sind, weil diese Antriebe gegenüber Kurzschlußläuferantrieben im wesentlichen stoßfreier und in schwingungsreduzierter Weise arbeiten. Dadurch lassen sich die Belastungen aus Massenbeschleunigungen auf die Stahlkonstruktion wesentlich reduzieren.

[0026] Da der Kranführer die übliche Grenzlastkurve 11 durch Betätigung eines Schalters zu überbrücken hat, wenn er den Kran in dem erweiterten Grenzlastbereich betreiben will, ist eine Vorwarnkurve 13 vorgesehen, bei deren Anfahren ein Signal eine Vorwarnung abgibt, die dem Kranführer anzeigt, daß er den Grenzlastbereich anfährt und einen Schalter betätigen muß, wenn er diesen überfahren will.

[0027] Aus Fig. 2 sind besonders definierte erweiterte Grenzlastkurven für den Zwei-Strang-Betrieb und für den Vier-Strang-Betrieb ersichtlich.

[0028] Nach Fig. 2 ist der erweiterte Grenzlastbereich für den Zwei-Strang-Betrieb durch die Punkte 1.1, 2 und 1 definiert. Hat der Kranführer die erhöhte im erweiterten Grenzlastbereich zulässige Nutzlast von dem Punkt 2 zu dem Punkt 1.1 verfahren, erreicht er in diesem die Normale Grenzlastkurve und tritt damit in den Bereich ein, in dem er bei dem Heben und Verfahren der Last keinen Beschränkungen unterliegt.

[0029] Ist eine Last vorhanden, die in dem vorderen Spitzenbereich 1, 1.1, 2 liegt, so wird nach Durchfahren der üblichen Grenzlastkurve LM_1 automatisch auf die vorgegebene kleinere Hub- und Senkgeschwindigkeit umgeschaltet. Sobald sich also die Nutzlast in dem Bereich 1, 1.1 und 2 befindet, ist aufgrund der umgeschalteten Kransteuerung sicher gestellt, daß nur mit der vorgegebenen zulässigen Hub- und Senkgeschwindigeit die Last bewegt werden kann, so daß die höhere Nutzlast zulässig ist.

[0030] Wird der Kran von dem Zwei-Strang-Betrieb auf den Vier-Strang-Betrieb umgeschaltet, gilt der erweiterte Grenzlastbereich zwischen den Punkten 1, 1.3, 2.2 und 2. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß nach der (automatischen) Umschaltung von Zwei-Strang-Betrieb auf Vier-Strang-Betrieb bei gleichem Seilzug die doppelte Last gehoben werden kann. Da jedoch aufgrund der halben Hubgeschwindigkeit bei gleicher Aufwickelgeschwindigkeit des Seils die Hubgeschwindigkeit verringert ist, ist der durch den Konstantlast-Kurvenabschnitt 1.3, 2.2 begrenzte erweiterte Grenzlastbereich angehoben. Die Erweiterung des Grenzlastbereichs für den Vier-Strang-Betrieb wird vorgenommen, da sich durch den Umschervorgang die Hubgeschwindigkeit halbiert, so daß der zu berücksichtigende Hublastbeiwert entsprechend verringert und ein Kranbetrieb in einem erweiterten Grenzlastbereich möglich wird.

[0031] Wird der erweiterte Grenzlastbereich 1, 2, 1.3, 2.2 durch Überfahren der Grenzlastkurve LM1 verlassen, wird ein keinen Beschränkungen unterliegender Kranbetrieb erreicht.

[0032] Nach Fig. 4 ist ein zusätzlich erweiterter Grenzlastbereich zwischen den Kurven 11 und 14 definiert, der dadurch erreicht wird, daß ein zusätzliches Gegengewicht 15 auf dem Gegenausleger 16 aus seiner turmnahen Position 1 in seine gestrichelt dargestellte turmferne Position 2 verfahren wird. Das Verfahren erfolgt, insbesondere bei einem verschwenkbaren Ausleger, zum zusätzlichen Lastmomentenausgleich.

Patentansprüche

1. Turmdrehkran mit einer die maximale Traglast überwachenden Überwachungseinrichtung, die den Kran außer Betrieb setzt, wenn die Traglast die sich jeweils aus der Grenzlastkurve ergebende Grenzlast erreicht oder überschreitet, **dadurch gekennzeichnet, dass** in mindestens einen Speicherbaustein eine erweiterte Grenzlastkurve eingegeben ist und die Überwachungseinrichtung den Kran erst außer Betrieb setzt, wenn die Traglast die erweiterte Grenzlastkurve erreicht oder überschreitet, dass eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die in dem Bereich zwischen der Grenzlastkurve und der erweiterten Grenzlastkurve nur einen eingeschränkten Kranbetrieb zulässt, bei dem das Verfahren der Laufkatze und eine Lastbewegung nur noch mit vorgegebener verringerter Geschwindigkeit bzw. verringerter BeschleunigungNerzögerung möglich sind, und dass ein Schalter vorgesehen ist, durch dessen Betätigung der Kranbetrieb auf die erweiterte Grenzlastkurve umschaltbar ist.

2. Kran nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Möglichkeiten zum Umschalten auf eine erweiterte Traglastkurve, insbesondere durch eine konstante Traglastkurve im vorderen Auslegerbereich, die Tragreserven der Kranstahlkonstruktion, zusätzlich zu den Gewinnen aus einem verringerten Hublastbeiwert, besser ausgenutzt werden können.

3. Kran nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere stufenförmig ausgebildete Lastkurvenbegrenzungen im erhöhten Traglastbereich durch Konstantlastschalter für unterschiedliche Traglasten und eine Messeinrichtung für die Position der Laufkatze hergestellt werden können.

4. Kran nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Zwei-Strang- und den Vier-Strang-Betrieb besondere erweiterte Grenzlastbereiche definiert sind.

5. Kran nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erweiterten Grenzlastbereiche für den Zwei-Strang-Betrieb und den Vier-Strang-Betrieb durch Konstantlastkurven begrenzt sind.

6. Kran nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den erweiterten Grenzlastbetrieb für den Zwei-Strang-Betrieb begrenzende Konstantlast der höchst möglichen Hublast an der Auslegerspitze für eine vorbestimmte, verringerte Geschwindigkeit zur Lasthub- bzw. Senkbewegung entspricht.

7. Kran nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den erweiterten Grenzlastbetrieb für den Vier-Strang-Betrieb begrenzende Konstantlast ungefähr der zweifachen Hublast entspricht, welche der Kran im Zwei-Strang-Betrieb an der Auslegerspitze trägt.

8. Kran nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein auf dem Gegenausleger zusätzlich vom Lastmoment abhängig verfahrbares Gegengewicht vorgesehen ist.

Claims

1. Tower crane with a device monitoring the maximum load which stops the crane when the load reaches or exceeds the limit load resulting from the limit load

curve, **characterised in that** an extended limit load curve is keyed in a memory module and the monitoring device only stops the crane when the load reaches or exceeds the extended limit load curve, that a control device is provided which only enables the crane to operate in a restricted manner within the zone between the limit load curve and the extended limit load curve, in the case a trolley movement and a load movement are only possible subject to a predetermined, reduced speed and/or reduced acceleration/deceleration, and that a switch is provided which enables the crane operation to be switched over to the extended limit load curve.

2. Crane according to claim 1, **characterised in that**, thanks to the possibility of switching over to an extended load curve, particularly by a constant load curve in the forward zone of the jib, the load reserves of the steel construction of the crane, in addition to the gains from a reduced lifting load coefficient, can be used to better advantage.

3. Crane according to one of claims 1 to 2, **characterised in that** one or several step-shaped load curve limitations in the higher load zone can be produced by constant load switches for different loads, as well as a measuring device for the position of the travelling crab.

4. Crane according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** special extended limit load zones are defined for the two-strand and four-strand operation.

5. Crane according to claim 4, **characterised in that** the extended limit load zones for the two-strand and four-strand operation are limited by constant load curves.

6. Crane according to claim 5, **characterised in that** the constant load limiting the extended limit load operation for the two-strand operation corresponds to the maximum possible lifting load at the tip of the jib for a predetermined reduced speed of the load lifting and lowering movement.

7. Crane according to claim 5, **characterised in that** the constant load limiting the extended limit load operation for the two-strand operation corresponds to about twice the lifting load which the crane bears at the tip of the jib during two-strand operation.

8. Crane according to claims 1 to 7, **characterised in that** a movable counterweight is provided at the counter-jib which is in addition a function of the load moment.

Revendications

1. Grue à tour comportant un dispositif de surveillance surveillant la charge maximale qui met hors service la grue lorsque la charge atteint ou dépasse la charge limite qui résulte de la courbe de charge limite, **caractérisé en ce que** au moins une courbe de charge limite étendue est entrée dans au moins un module de mémoire et que le dispositif de surveillance met hors service la grue lorsque la charge a atteint ou dépassé la courbe de charge limite étendue, qu'un dispositif de commande est prévu qui ne permet dans la plage entre la courbe de charge limite et la courbe de charge limite étendue qu'un fonctionnement réduit de la grue dans lequel un mouvement du chariot et un mouvement de la charge ne sont encore possible qu'à une vitesse réduite ou à une accélération/décélération réduites prédéterminés, et qu'un commutateur est prévu dont l'actionnement permet de commuter le fonctionnement de la grue à la courbe de charge limite étendue.

2. Grue selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** grâce aux possibilités de commuter à une courbe de charge limite étendue, notamment par le biais d'une courbe de charge constante dans la zone avant de la flèche, les réserves de charge de la construction en acier de la grue en plus des gains résultant du coefficient de charge de levage réduit peuvent mieux être exploitées.

3. Grue selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisée en ce qu'**une ou plusieurs limitations de courbe de charge limite formées en gradins peuvent être réalisées dans la plage de charge supérieure par des commutateurs de charge constante pour diverses charges ainsi qu'un dispositif de mesure pour la position du chariot de flèche.

4. Grue selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** pour le fonctionnement à deux et quatre brins, des plages de charge limite particulièrement étendues sont définies.

5. Grue selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les plages de charge limite étendues pour le fonctionnement à deux brins et à quatre brins sont limitées par des courbes de charge constante.

6. Grue selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la charge constante limitant le fonctionnement à charge limite pour le fonctionnement à deux brins correspond à la charge de levage maximale possible à la pointe de la flèche pour une vitesse prédéterminée réduite pour le mouvement de levage et d'abaissement de la charge.

7. Grue selon la revendication 5, **caractérisée en ce**

que la charge constante limitant le fonctionnement à charge limite étendue pour le fonctionnement à quatre brins correspond à peu près au double de la charge de levage que la grue porte à la pointe de la flèche dans le fonctionnement à deux brins.

8. Grue selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce qu'**un contrepoids mobile en fonction du couple de charge est en plus prévu sur la contreflèche.

Fig. 1

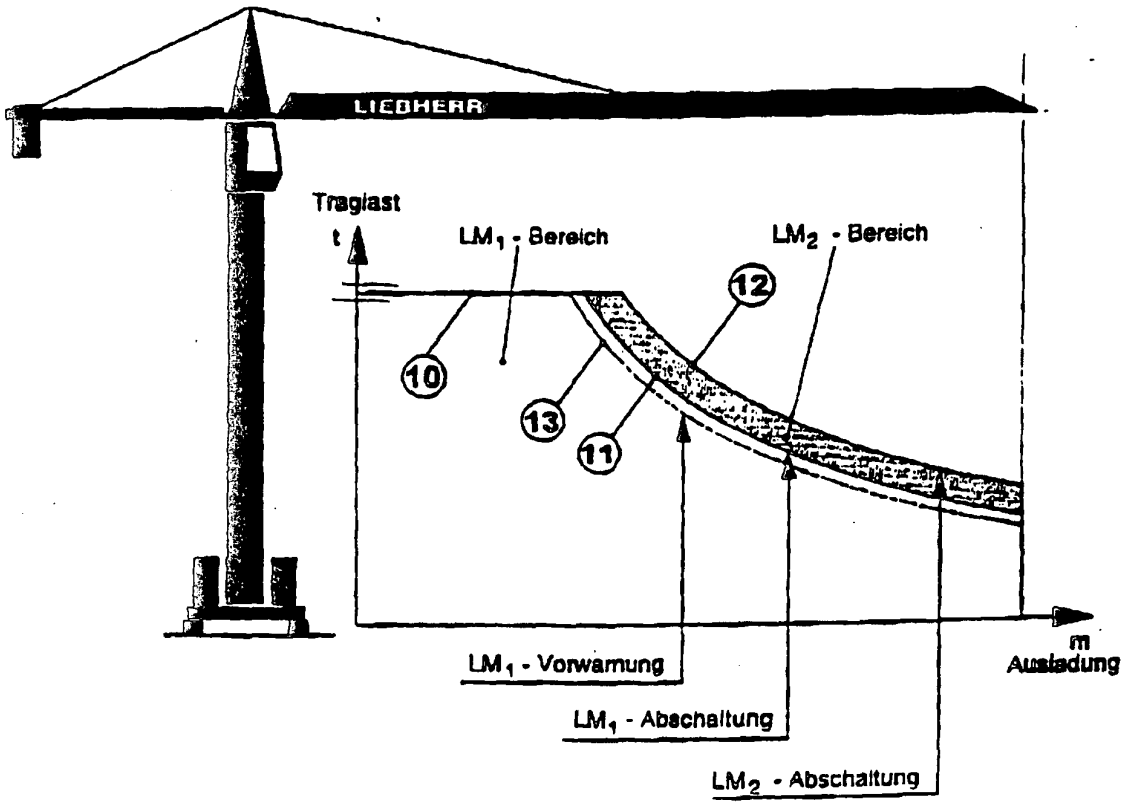

LIEBHERR
Traglast
t
LM1 - Bereich
LM2 - Bereich
12
10
13
11
m
Ausladung
LM1 - Vorwarnung
LM1 - Abschaltung
LM2 - Abschaltung

Fig. 2

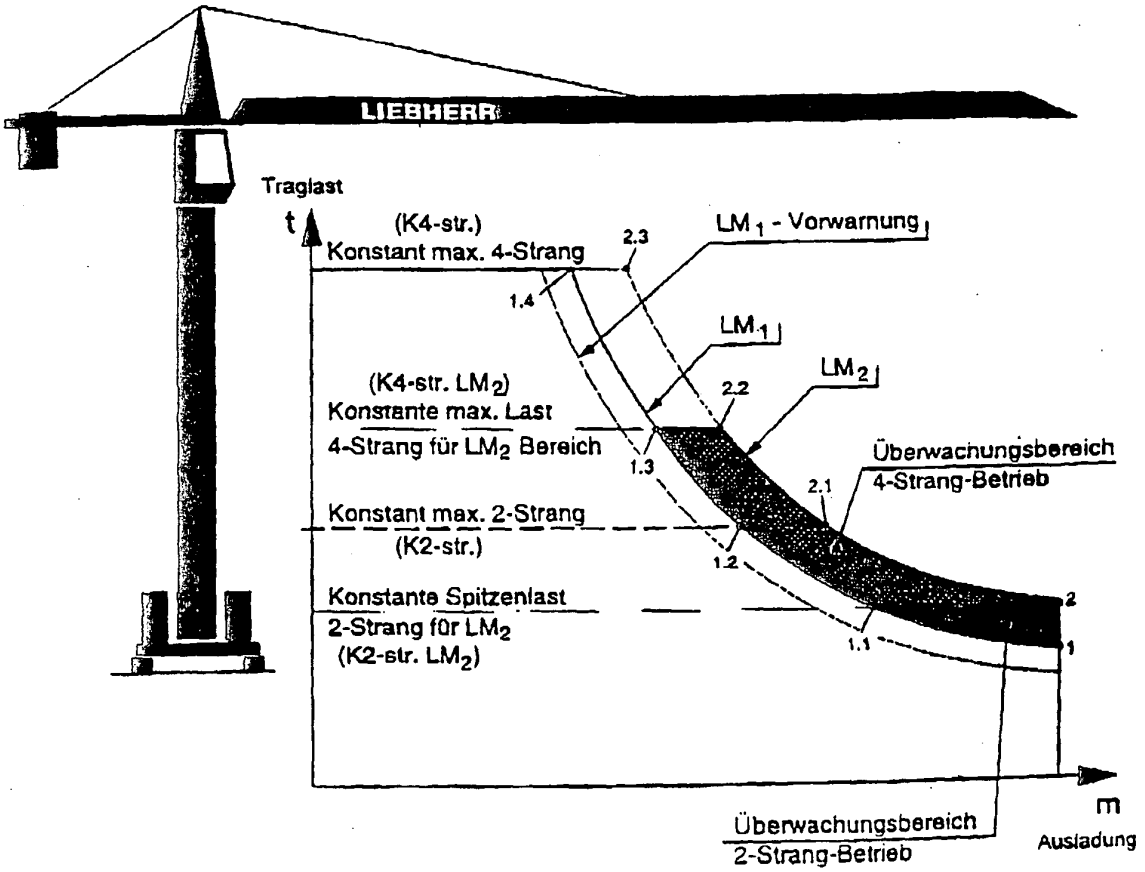

LIEBHERR
Traglast
t
(K4-str.)
Konstant max. 4-Strang
2.3
LM 1 - Vorwarnung
1.4
LM1
LM2
(K4-str. LM2)
Konstante max. Last
4-Strang für LM2 Bereich
2.2
1.3
Überwachungsbereich
4-Strang-Betrieb
2.1
Konstant max. 2-Strang
(K2-str.)
1.2
Konstante Spitzenlast
2-Strang für LM2
(K2-str. LM2)
2
1
1.1
m
Ausladung
Überwachungsbereich
2-Strang-Betrieb

Fig. 3

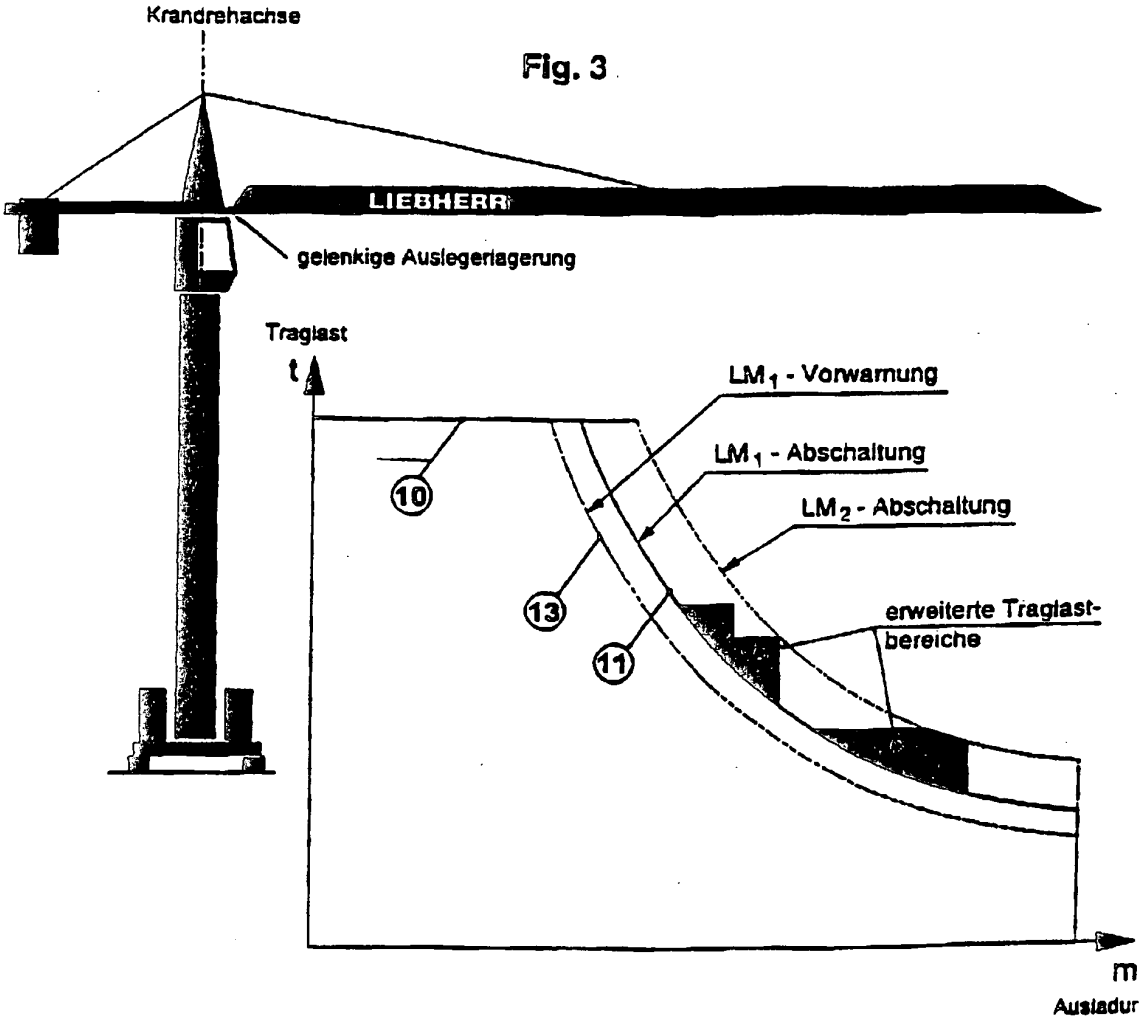
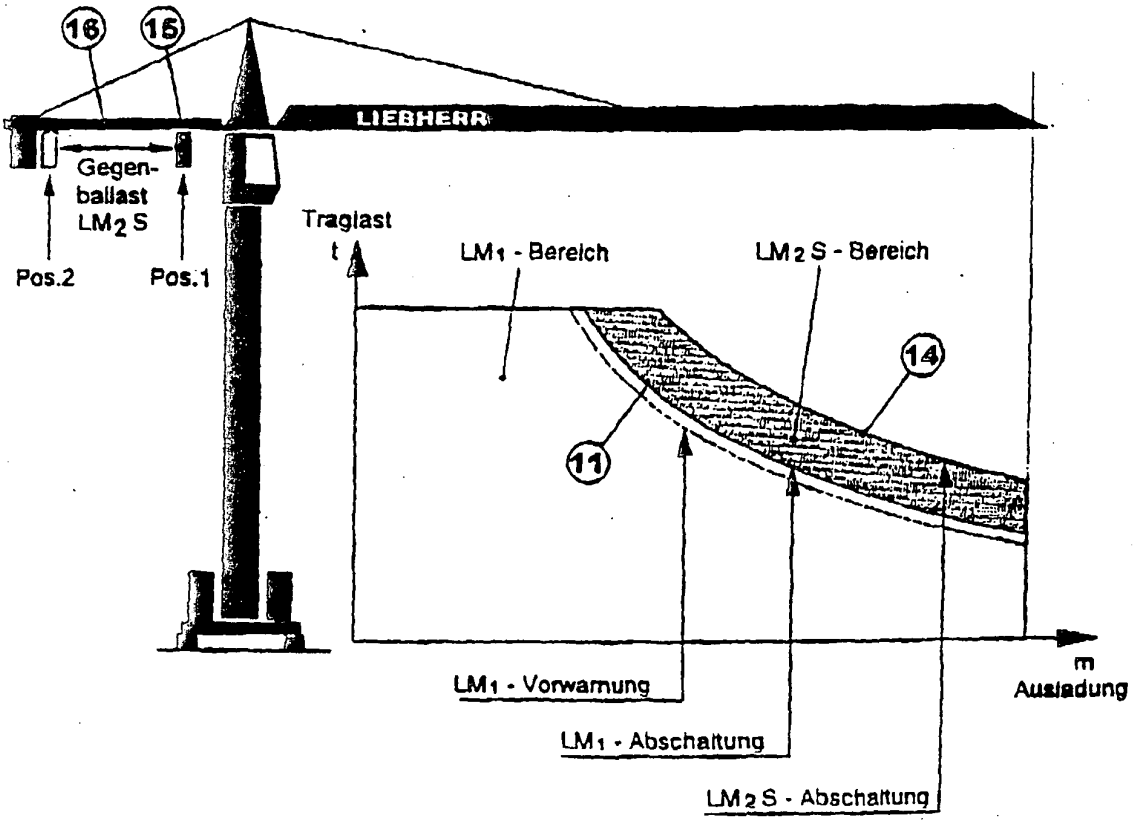

Krandrehachse
LIEBHERR
gelenkige Auslegerlagerung
Traglast
t
LM1 - Vorwarnung
LM1 - Abschaltung
LM2 - Abschaltung
10
13
11
erweiterte Traglast-bereiche
m
Ausladur

Fig. 4


16
15
LIEBHERR
Gegen-
ballast
LM2 S
Pos.2
Pos.1
Traglast
t
LM1 - Bereich
LM2 S - Bereich
14
11
m
Ausladung
LM1 - Vorwarnung
LM1 - Abschaltung
LM2 S - Abschaltung