



(11) **EP 1 748 021 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

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

(21) Anmeldenummer: **06014597.6**

(22) Anmeldetag: **13.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **28.07.2005 DE 102005035460**

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

(72) Erfinder:
• **Abel, Peter
88512 Mengen (DE)**
• **Späth, Helmut
89601 Schelklingen (DE)**

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

(54) **Verfahren zur Traglastermittlung bei Kranen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Traglast eines Krans, bei dem die Traglast in Abhängigkeit von wenigstens einem ersten und zweiten Parameter bestimmt wird und das einen ersten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den Wert des ersten Parameters bei unterschiedlichen Werten des zweiten Parameters durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation auf der Grundlage bekannter

Werte der Traglast bei bestimmten Werten des ersten Parameters bestimmt wird, und das einen zweiten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den zweiten Parameter auf der Grundlage der in dem ersten Schritt für unterschiedliche Werte des zweiten Parameters ermittelten Werte der Traglast durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation durchgeführt wird.

EP 1 748 021 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Traglast eines Krans.

[0002] Bislang erfolgt die Bestimmung der zulässigen Traglast eines Krans für bestimmte Rüst- oder Zustandsparameter, die explizit vorzugeben sind. Beispielsweise sind Traglastangaben für bestimmte, vorgegebene Drehbühnenballaststufen von z.B. 10 t und 20 t oder für bestimmte Auslegerlängen und Ausladungen bekannt. Entsprechendes gilt für andere Parameter, die auf die zulässige Traglast eines Krans Einfluß haben. Die zulässigen Werte der Traglast werden häufig in Form von Traglasttabellen angegeben, wobei die Werte der Traglast üblicherweise in Abhängigkeit zweier Parameter angegeben sind. Ein Nachteil an dieser Vorgehensweise besteht darin, dass eine Bestimmung der Traglast für beliebige, innerhalb eines Parameterbereiches frei wählbare Parameterwerte nicht möglich ist, woraus sich der Nachteil ergibt, dass die Traglastbestimmung verhältnismäßig ungenau ist.

[0003] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die zulässige Traglast eines Krans für beliebige Parameterwerte ermittelt werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist vorgesehen, dass die Traglast in Abhängigkeit von wenigstens einem ersten und zweiten Parameter bestimmt wird und dass das Verfahren einen ersten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den Wert des ersten Parameters bei unterschiedlichen Werten des zweiten Parameters durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation auf der Grundlage bekannter Werte der Traglast bei bestimmten Werten des ersten Parameters bestimmt wird, und dass das Verfahren einen zweiten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den Wert des zweiten Parameters auf der Grundlage der in dem ersten Schritt für unterschiedliche Werte des zweiten Parameters ermittelten Werte der Traglast durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation durchgeführt wird.

[0005] Soll die Traglast beispielsweise in Abhängigkeit der Parameter Ausladung (21,7 m) und Hauptauslegerwinkel (83°) ermittelt werden, kann wie folgt vorgegangen werden: Die Ermittlung der zulässigen Traglast erfolgt beispielsweise dadurch, dass für einen ersten und zweiten Winkel (77° ; 87°) des Hauptauslegers eine Interpolation der Traglast mittels zweier Stützstellen aus Traglastwerten vorgenommen wird, die für die unterschiedlichen Ausladungen bekannt sind. Denkbar ist zum Beispiel, dass für eine Ausladung von 21,7 m zwischen den Stützstellen 20 m und 22 m interpoliert wird, bei denen die Traglast bekannt ist. Diese Interpolation wird für einen Auslegerwinkel von 77° sowie für einen Auslegerwinkel von 87° durchgeführt. Soll die Traglast dann für einen Auslegerwinkel von 83° ermittelt werden, wird anschließend in einem zweiten Schritt eine Interpolation zwischen den Traglastwerten vorgenommen, die für den

Auslegerwinkel 77° und für den Auslegerwinkel 87° erhalten wurden, d.h. der zweite Interpolationsschritt arbeitet gemäß diesem Beispiel mit den Stützstellen, die in dem ersten Schritt erhalten wurden.

5 **[0006]** Anstelle einer Interpolation oder Extrapolation kann auch eine Berechnung der Traglastwerte vorgenommen werden, um die Stützstellen zu erhalten.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die bestimmten Werte des ersten Parameters, bei denen die Werte der Traglast bekannt sind, in Abhängigkeit von den Werten des zweiten Parameters gewählt werden. Bezogen auf das vorausgegangene Beispiel bedeutet dies, dass die Stützstellen zur Interpolation oder Extrapolation der Traglast abweichend von den vorausgegangenen Beispiel, bei dem identische Stützstellen für beide Hauptauslegerwinkel verwendet wurden, in Abhängigkeit des Winkels des Hauptauslegers gewählt werden. Denkbar und vorteilhaft ist es, wenn bei einem größeren Hauptauslegerwinkel, d.h. bei einem steiler angestellten Hauptausleger, kleinere Werte der Ausladung als Stützstellen gewählt werden als bei einem kleineren Hauptauslegerwinkel. Beispielsweise ist denkbar, die Stützstellen bei einem Hauptauslegerwinkel von 77° bei 20 m und 22 m und bei einem Hauptauslegerwinkel von 87° bei 14 m und 16 m zu wählen. Selbstverständlich handelt es sich hierbei nur um exemplarische Werte.

[0008] Die Vorgehensweise, die bestimmten Werte des ersten Parameters, bei denen die Werte der Traglast bekannt sind, in Abhängigkeit von den Werten des zweiten Parameters zu wählen, ist selbstverständlich nicht nur für die Parameter Ausladung und Hauptauslegerwinkel, sondern auch für andere Parameter, insbesondere für Parameter anwendbar, die eine Abhängigkeit voneinander aufweisen.

35 **[0009]** Die Interpolation oder Extrapolation kann unter Annahme einer linearen Beziehung oder auch unter Zugrundelegung beliebiger anderer Funktionen durchgeführt werden, die eine Abhängigkeit der Traglast von dem jeweiligen Parameter wiedergeben.

40 **[0010]** Grundsätzlich ist es ebenso denkbar, die Bestimmung der Traglast durch Berechnung vorzunehmen. Dies setzt voraus, dass ein formelmäßiger Zusammenhang zwischen der Traglast und den Parametern bekannt ist, die auf die Traglast Einfluß haben bzw. deren Einfluß berücksichtigt werden soll. Die Berechnung der Traglast kann somit mittels einer Formel sowie Parametern aus der Geometrie und statischen Grunddaten bzw. Grundtabellen erfolgen.

45 **[0011]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf zwei unabhängige Parameter beschränkt. Vielmehr können beliebig viele Parameter berücksichtigt werden, die einen Einfluß auf die Tragkraft aufweisen. Somit kann vorgesehen sein, dass die Traglast in Abhängigkeit von n Parametern zu bestimmen ist, wobei $n \geq 2$ ist und wobei das Verfahren einen n-ten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast auf der Grundlage der in dem (n-1)-ten Schritt für unterschiedliche Werte des n-ten Parameters ermittelten Werte der Traglast durch Interpolation oder Extra-

pulation oder durch Berechnung durchgeführt wird. Dies bedeutet, dass der n-te Schritt bei der Ermittlung der Traglast mit Stützstellen arbeitet, die in dem vorausgegangen, d.h. (n-1)-ten Schritt ermittelt wurden.

[0012] Das Verfahren ist mit einer geringen Anzahl von Stützstellen realisierbar. Grundsätzlich ausreichend ist es, wenn die Interpolation bzw. die Extrapolation jeweils auf der Grundlage von zwei Stützstellen durchgeführt wird.

[0013] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Parameter per Hand eingegeben werden. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Ermittlung der Parameter am Kran durch einen Sensor erfolgen. In beiden Fällen ist vorzugsweise eine stufenlose Einstellung bzw. Erfassung der Parameter möglich. Die Erfassung eines Parameters mittels eines Sensors ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Werte eine feste Größe hat (z.B. Ballastplatten-Identifikation) oder auf eine feste Größe gerundet werden kann (Diskretisierung). Die Erfassung von Parametern mittels eines Sensors kommt beispielsweise bei den Parametern Drehbühnenballast und/oder Zentralballast in Betracht. Selbstverständlich können auch andere Parameter, wie beispielsweise die Windgeschwindigkeit, mittels eines Sensors erfaßt werden.

[0014] Bei den Parametern, die bei der Berechnung der Traglast einfließen, handelt es sich vorzugsweise um Rüst- oder Zustandsparameter des Krans.

[0015] Die Parameter, die auf die Traglast Einfluß haben, können aus der folgenden nicht abschließenden Gruppe ausgewählt sein: Drehbühnenballast, Zentralballast (Unterwagenzusatzgewicht), Abstützgeometrie, Windgeschwindigkeit, Längs- und Seitenneigung des Krans, Verfahrgeschwindigkeit (bei Tabellen auf Reifen oder Raupe), Derrickradius, Derrickballast, Drehwinkel der Drehbühne, Längs- und Querwinkel des Ausleger-Abspannbocks (TA, TY). Hinsichtlich der Abstützgeometrie können anstatt fest vorgegebener Stufen "eingefahren", "reduziert", "breit", 10%-Stufen oder feinere Stufen der Schiebehohlmlänge eingestellt werden.

[0016] Wenn die mittels eines Sensors erfaßte Größe stark schwankt, wie dies beispielsweise bei der Windgeschwindigkeit der Fall sein kann, oder sich ohne Einwirkung des Kranfahrers ändert, wie beispielsweise die Seitenneigung, kann der Sensorwert dazu verwendet werden, die Traglastberechnung beim ersten Überschreiten einer Parametergrenze vorzugsweise dauerhaft so umzuschalten, dass für den gemessenen Sensorwert ein anderer, ggf. ein niedriger Parameterwert einberechnet wird. Auf diese Weise ist es möglich, eine kleine und somit im Betrieb sicherere Traglast zu bestimmen.

[0017] Die Erfindung betrifft schließlich einen Kran mit einer Einheit, die Mittel zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufweist. Bei dem Kran handelt es sich beispielsweise um einen Derrickkran oder einen Mobilkran, jedoch sind auch andere Krantypen von der Erfindung umfaßt.

[0018] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand eines im folgenden beschriebenen Ausführungs-

beispiels näher erläutert.

[0019] Die Traglastberechnung erfolgt für beliebige, frei wählbare Werte eines Parameters innerhalb eines Parameterbereiches. Der Wert des Parameters kann z.B. mittels einer Zahlentastatur an einem Monitor eingetippt werden. Alternativ dazu ist denkbar, den Parameterwert aus einer Reihe von beliebig fein gestuften, vorgegebenen Werten durch Anwahl oder mit einer "<" oder ">"-Taste und Betätigen einer Enter-Taste auszuwählen.

[0020] In einem ersten Beispiel seien die Parameterwerte für einen Derrickkran mit wippbarer Spitze ohne Derrickballast ein Hauptauslegerwinkel von 83° und eine Ausladung von 21,7 m. Bekannt ist die Abhängigkeit der zulässigen Traglast von der Ausladung für die Hauptauslegerwinkel 77° und 87°. Zunächst wird in einem ersten Schritt durch Interpolation zwischen den bekannten Stützstellen bei 20 m und bei 22 m der Traglastwert für die Ausladung von 21,7 m ermittelt und zwar sowohl bei dem Hauptauslegerwinkel 77° als auch bei dem Hauptauslegerwinkel 87°. In einem zweiten Schritt wird durch Interpolation der Traglastwerte, die für beide Hauptauslegerwinkel 77° und 87° erhalten wurden, der Traglastwert für den Hauptauslegerwinkel 83° bestimmt. Es erfolgen somit zwei Interpolationen der Traglast in Abhängigkeit der Ausladung und eine Interpolation der Traglast in Abhängigkeit des Hauptauslegerwinkels.

[0021] Auch für dieses Beispiel gilt, dass die Stützstellen der Ausladung für die unterschiedlichen Hauptauslegerwinkel ebenfalls unterschiedlich gewählt werden können.

[0022] In einem zweiten Beispiel seien die Parameterwerte für einen Derrickkran ohne wippbare Spitze mit Derrickballast ein Derrickballastradius von 14,5 m und eine Ausladung von 21,7 m. Bekannt ist die Abhängigkeit der zulässigen Traglast von der Ausladung für die Derrickballastradien 13 m und 15 m. Zunächst wird in einem ersten Schritt durch Interpolation zwischen den bekannten Stützstellen bei 20 m und bei 22 m der Traglastwert für die Ausladung von 21,7 m ermittelt und zwar sowohl bei dem Derrickballastradius von 13 m als auch bei dem Derrickballastradius 15 m. In einem zweiten Schritt wird durch Interpolation der Traglastwerte, die für beide Derrickballastradien 13 m und 15 m erhalten wurden, der Traglastwert für den Derrickballastradius 14,5 m ebenfalls durch Interpolation bestimmt.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die Bestimmung der Traglast in Abhängigkeit von zwei Parametern beschränkt. Die Anzahl der Parameter ist beliebig. In einem dritten Beispiel seien die Parameterwerte für einen Derrickkran mit wippbarer Spitze und Derrickballast eine Ausladung von 21,7 m, ein Derrickballastradius von 14,5 m und ein Hauptauslegerwinkel von 83°.

[0024] Bekannt ist die Abhängigkeit der zulässigen Traglast von der Ausladung für die Derrickballastradien 13 m und 15 m und zwar jeweils für die Hauptauslegerwinkel 77° und 87°.

[0025] Zunächst wird in einem ersten Schritt durch Interpolation zwischen den bekannten Stützstellen bei 20 m und bei 22 m der Traglastwert für die Ausladung von 21,7 m ermittelt und zwar sowohl bei dem Derrickballastradius von 13 m als auch bei dem Derrickballastradius 15 m und dies getrennt für beide Hauptauslegerwinkel. Grundsätzlich ist ebenfalls denkbar, die Stützstellen für die Ausladung für unterschiedliche Hauptauslegerwinkel unterschiedlich zu wählen. Insgesamt werden in dem ersten Schritt somit vier Interpolationen der Traglast in Abhängigkeit von der Ausladung durchgeführt. Die für Derrickballastradiuswerte von 13 m und 15 m ermittelten Werte werden bezüglich des Wertes 14,5 m interpoliert. Diese Interpolation erfolgt für beide Hauptauslegerwinkel (77° und 87°). Es erfolgen somit zwei Interpolationen der Traglast für unterschiedliche Derrickballastradiuswerte. Das Ergebnis dieser Interpolationen sind zwei Traglastwerte für die Hauptauslegerwinkel 77° und 87°. Schließlich erfolgt eine Interpolation auf der Grundlage dieser Stützstellen für den Hauptauslegerwinkel 83°.

[0026] Ein entsprechendes Beispiel kann für die Parameter Ausladung, Derrickballastradius und Derrickballast (z.B. 255 t) angegeben werden. In diesem Fall ergeben sich wiederum vier Interpolationen über die Ausladung, zwei Interpolationen über den Derrickballastradius sowie eine Interpolation über den Derrickballast (Stützstellen z.B. bei 200 t und 300 t).

[0027] Selbstverständlich ist die Reihenfolge der Interpolationen beliebig und kann abweichen von den angegebenen Beispielen verändert werden.

[0028] Bei dem im Folgenden angegebenen Beispiel ist die Traglast in Abhängigkeit von vier Parametern zu bestimmen. Es handelt sich um die Parameter Ausladung (21,7 m), Hauptauslegerwinkel (83°), Derrickballastradius (14,5 m) und Derrickballast (255 t). Bekannt sind die Traglasten in Abhängigkeit von der Ausladung für zwei unterschiedliche Derrickballastradien und zwar bei den Parameterwerten Derrickballast 200 t und 300 t sowie bei den Hauptauslegerwinkeln 77° und 87°.

[0029] Zunächst wird zwischen den Stützstellen der Ausladung von 20 m und 22 m die Traglast bei der Ausladung 21,7 m und bei Derrickballastradien von 13 m und 15 m ermittelt. Diese Ermittlung erfolgt für die vier Wertepaare des Derrickballastes und des Hauptauslegerwinkels 300t, 77°; 300 t, 87°; 200 t, 77° und 200t, 87°. Insgesamt werden somit acht Interpolationen der Traglast in Abhängigkeit von der Ausladung bei jeweils zwei Stützstellen durchgeführt. Auf der Basis von jeweils zwei der auf diese Weise ermittelten Traglastwerte werden vier Interpolationen für den Derrickballastradiuswert von 13,7 m durchgeführt.

[0030] Die für die vier vorgenannten Wertepaare ermittelten Traglastwerte werden weiteren Interpolationsschritten zugeführt, wobei zwei Interpolationen für unterschiedliche Hauptauslegerwinkel und jeweils gleiche Derrickballastradien vorgenommen wird. Das Ergebnis dieser Interpolation besteht aus zwei Traglastwerten für unterschiedliche Derrickballastwerte.

[0031] Die letzte Interpolation erfolgt im Hinblick auf die Ermittlung des Traglastwertes für unterschiedliche Derrickballastwerte bei 200 t und 300 t, um auf diese Weise den zulässigen Traglastwert bei einem Derrickballast von 255 t zu erhalten.

[0032] Auch für dieses Beispiel gilt, dass die Stützstellen für die Ausladung je nach Hauptauslegerwinkel auch unterschiedlich gewählt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Traglast eines Krans, bei dem die Traglast in Abhängigkeit von wenigstens einem ersten und zweiten Parameter bestimmt wird und das einen ersten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den Wert des ersten Parameters bei unterschiedlichen Werten des zweiten Parameters durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation auf der Grundlage bekannter Werte der Traglast bei bestimmten Werten des ersten Parameters bestimmt wird, und das einen zweiten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den Wert des zweiten Parameters auf der Grundlage der in dem ersten Schritt für unterschiedliche Werte des zweiten Parameters ermittelten Werte der Traglast durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bestimmten Werte des ersten Parameters, bei denen die Werte der Traglast bekannt sind, in Abhängigkeit von den Werten des zweiten Parameters gewählt werden.
3. Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Traglast eines Krans, bei dem die Traglast in Abhängigkeit von wenigstens einem ersten und zweiten Parameter bestimmt wird und bei dem die Ermittlung der Traglast durch Berechnung mittels eines formelmäßigen Zusammenhangs zwischen der Traglast und den Parametern durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Traglast in Abhängigkeit von n Parametern zu bestimmen ist, wobei $n \geq 2$ ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen n-ten Schritt umfaßt, bei dem die Traglast für den n-ten Parameter auf der Grundlage der in dem (n-1)-ten Schritt für unterschiedliche Werte des n-ten Parameters ermittelten Werte der Traglast durch Berechnung oder durch Interpolation oder Extrapolation durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass die Interpolation bzw. die Extrapolation auf der Grundlage von zwei Stützstellen durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter per Hand eingegeben werden oder mittels eines Sensors erfaßt und sodann der Ermittlung der Traglast zugrundegelegt werden. 5
- 10
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung von Parameterwerten durch einen Sensor für Parameter durchgeführt werden, die einen bestimmten Wert aufweisen oder auf einen bestimmten Wert gerundet werden können. 15
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werte der Parameter Drehbühnenballast und/oder Zentralballast mittels eines Sensors erfaßt werden. 20
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Parameter, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Parametern um Rüst- und/oder Zustandsparameter eines Krans handelt. 25
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter aus der folgenden Gruppe ausgewählt sind: Drehbühnenballast, Zentralballast (Unterwagenzusatzgewicht), Abstützgeometrie, Windgeschwindigkeit, Längs- und Seitenneigung des Kranes, Verfahrgeschwindigkeit, Derrickradius, Derrickballast, Drehwinkel der Drehbühne, Längs- und Querwinkel des Ausleger-Abspannbocks. 30
35
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreiten einer Parametergrenze anstelle des mittels eines Sensors gemessenen Wertes des Parameters ein anderer Parameterwert gesetzt wird, bei dem sich eine geringere Traglast ergibt. 40
13. Kran mit einer Einheit, die Mittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweist. 45

50

55