



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 103 511 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **B66C 13/16**

(21) Anmeldenummer: **00124423.5**

(22) Anmeldetag: **08.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Morath, Erwin**
89584 Ehingen-Neuburg (DE)

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

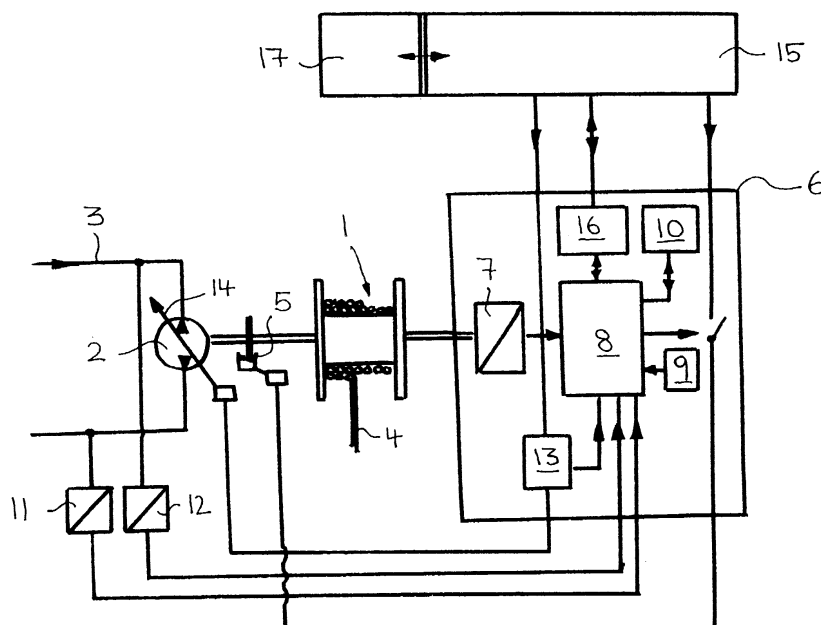
(30) Priorität: **23.11.1999 DE 19956265**

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden von Kränen, wobei auf die Hubwinde (1) wirkende Seilkräfte dynamisch bestimmt, Lastwechsel und eine dynamische Beanspruchung ermittelt und/oder eine Restlebensdauer bestimmt werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß ein Drehmoment eines Hubwindenantriebs (2) bestimmt wird, ein Hebelarm des Seils (4) bezüglich der Hubwinde bestimmt und zeitlich dem jeweilig bestimmten Drehmoment zugeord-

net wird, und aus dem jeweiligen Drehmoment und dem zugeordneten Hebelarm die Seilkraft bestimmt wird. Aus dem zeitlichen Verlauf der Seilkraft wird das für die Lebensdauer bestimmende Lastkollektiv errechnet, aus dem die Restlebensdauer bestimmt werden kann. Darüber hinaus ist vorgesehen, die absolute Abspullänge des Seiles, dessen Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie die Seilkraft unter Berücksichtigung der Wicklungslagen und die Windendrehzahl zu ermitteln und zu überwachen.



EP 1 103 511 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden, insbesondere für Kräne, bei dem eine auf die Hubwinde wirkende Seilkraft, Lastwechsel, eine dynamische Beanspruchung und/oder eine Restlebensdauer bestimmt werden.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden, insbesondere von Kränen, mit Seilkraft-Bestimmungsmitteln zur Bestimmung der auf die Hubwinde wirkenden Seilkräfte und einer Auswerteeinheit zur Ermittlung der dynamischen Beanspruchung der Hubwinde aus den Seilkräften und/oder der Restlebensdauer.

[0003] Hubwinden von Kränen werden dynamisch beansprucht, ihre Lebensdauer hängt unter anderem von der Anzahl der Lastspiele, der Größe der jeweiligen Belastung und der Art bzw. Ausbildung der jeweiligen Belastungszyklen ab. Mit Hilfe von Lastkollektivzählern werden die tatsächlich auftretenden Beanspruchungen und Lastspiele erfaßt und bewertet, ein sich daraus ergebendes Belastungskollektiv wird nach und nach berechnet, so daß die verbleibende Restlebensdauer mit Hilfe an sich bekannter und vorgegebener Verfahren zur Berechnung der Betriebsfestigkeit bestimmt werden kann. Aus der EP 07 49 934 A2 ist ein Lastkollektivzähler bekannt, der die auftretenden Lastwechsel bestimmt, zu jedem Lastwechsel die die Hubwinde beanspruchende Seilkraft bestimmt, hieraus das Lastkollektiv berechnet und unter Einbeziehung der sogenannten Wöhler-Linien die Restlebensdauer berechnet und anzeigt. Dieser Lastkollektivzähler ist jedoch hinsichtlich der Erfassung der tatsächlich auftretenden Beanspruchungen in der Praxis kaum umzusetzen und verbesserungsbedürftig. Zudem ist eine noch umfassendere Überwachung des Betriebs der Hubwinde wünschenswert.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeiden. Insbesondere soll eine einfache, präzise und zuverlässige Erfassung der auftretenden Belastungen erreicht sowie vorzugsweise eine umfassende Überwachung des Hubwindenbetriebs bewirkt werden.

[0005] Hinsichtlich der verfahrenstechnischen Aspekte wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Drehmoment eines Hubwindenantriebs bestimmt wird, ein Hebelarm des Seils bezüglich der Hubwinde bestimmt und zeitlich dem jeweiligen bestimmten Drehmoment zugeordnet wird, und aus dem jeweiligen Drehmoment und dem zugeordneten Hebelarm die Seilkraft bestimmt wird.

[0006] Die Belastungsgrößen werden dynamisch be-

stimmt, in Zeitabständen von z.B. einer Sekunde werden die relevanten Größen erfaßt bzw. bestimmt, so daß deren Verlauf über die Zeit ermittelt werden kann. Die Seilkraft wird also indirekt bestimmt, indem andere Größen, nämlich das Drehmoment des Hubwindenantriebs und der Hebelarm des um die Hubwinde laufenden Hubseiles, bestimmt werden, zu denen die Seilkraft in einer festen Beziehung steht. Das erfindungsgemäße Verfahren verzichtet auf eine direkte Bestimmung der Hublast bzw. der Seilkraft. Im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren ist keine schwierige und komplizierte unmittelbare Erfassung der Seilkraft notwendig, die Bestimmung des Drehmoments des Hubantriebs sowie des jeweils zugehörigen Hebelarms des Hubseiles bezüglich der Hubwinde läßt sich wesentlich einfacher bewerkstelligen.

[0007] In Weiterbildung der Erfindung wird eine besonders einfache Bestimmung des Hubantrieb-Drehmoments dadurch erreicht, daß als Hubwindenantrieb ein Hydromotor verwendet wird, die Druckdifferenz über den Hydromotor gemessen wird, ein Schluckvolumen erfaßt und daraus das Drehmoment des Hubantriebs bestimmt wird. Gegebenenfalls kann das Moment, das von einer zwischen den Hubantrieb und die Hubwinde geschalteten Bremse auf das Hubwerk ausgeübt wird, ebenfalls erfaßt bzw. bestimmt und bei der Bestimmung des auf die Hubwinde wirkenden Moments berücksichtigt werden. Aus der Druckdifferenz über den Hydromotor und dessen jeweiligem Schluckvolumen kann das vom Hydromotor zur Verfügung gestellte Drehmoment einfach berechnet werden. Das Schluckvolumen wird vorzugsweise dadurch bestimmt, daß die Winkelstellung des Stellhebels des Hydromotors erfaßt bzw. bestimmt wird.

[0008] Der Hebelarm des um die Hubwinde laufenden Seiles kann grundsätzlich auf verschiedenen Wegen bestimmt werden. Möglich wäre z.B. eine unmittelbare Positions- bzw. Lageerfassung des von der Winde ablaufenden Seilstücks mittels eines geeigneten Sensors. Vorzugsweise jedoch wird der Hebelarm des Seiles bezüglich der Hubwinde aus der Drehstellung der Hubwinde bestimmt. Hierzu wird eine absolute Drehstellung der Hubwinde erfaßt, aus der sich der jeweilige Hebelarm ergibt, je nachdem aus welcher Windungslage das Seil jeweils abläuft. Eine Ausführung besteht darin, daß zu jeder absoluten Drehstellung ein entsprechender Hebelarm abgespeichert, die Drehstellung der Hubwinde absolut gemessen und er zugehörige Hebelarm ausgelesen wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden geometrische Hubwinden-Parameter, insbesondere der Windendurchmesser, die Windungszahl pro Lage, die von der Breite der Hubwinde abhängt und der Seildurchmesser, in einem Speicher abgespeichert, eine Drehstellung der Hubwinde wird absolut erfaßt und zu der jeweiligen Drehstellung wird aus den Hubwinden-Parametern der Hebelarm des Seils bezüglich der Hubwinde bestimmt. Mit Hilfe der Parameterisierung der Hubwinde kann der Hebelarm

des Seiles bezüglich der Hubwinde unter Berücksichtigung der Windungslagen bestimmt werden.

[0009] Mit Hilfe der Parameterisierung der Hubwinde und der Erfassung der absoluten Drehstellung der Hubwinde kann gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung eine umfassendere Überwachung des Betriebs der Hubwinde erreicht werden. Insbesondere kann hierdurch die absolute abgespulte Seillänge bestimmt werden. Dies kann auch für die weitere Steuerung des Kranes genutzt werden. In vorteilhafter Weise kann die Anzahl der auf der Hubwinde verbleibenden Windungen überwacht werden, insbesondere kann sichergestellt werden, daß immer die notwendige minimale Anzahl von Windungen, z.B. drei Windungen, auf der Hubwinde verbleiben, so daß ein Abziehen des Hubseiles von der Hubwinde verhindert wird. Bevor das Seil so weit abgespult wird, daß weniger als die z.B. drei Windungen auf der Hubwinde verbleiben würden, wird der Hubantrieb abgestellt bzw. die Hubwerksbremse betätigt. Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt der Erfindung wird mit Hilfe der Parameterisierung der Hubwinde und der absoluten Erfassung der Drehstellung derselben die Seilgeschwindigkeit beim Abspulen und/oder die Seilbeschleunigung bestimmt. Hierzu können die Ableitungen der abgespulten Seillänge über die Zeit bestimmt werden. Ein weiterer vorteilhafter Aspekt der Erfindung besteht darin, daß die Drehzahl der Hubwinde bestimmt und überwacht wird. Dies kann zur Steuerung und Überwachung des Hubwindenantriebs genutzt werden. Eine maximale Drehzahl des Hubwindenmotors, die nicht überschritten werden darf, kann entsprechend überwacht werden. Vorzugsweise werden die bestimmten Größen in einem Speicher abgelegt, um diese Daten später abrufen bzw. verarbeiten zu können. Unabhängig von der eingangs genannten Bestimmung der dynamischen Beanspruchung bzw. der Restlebenszeit besitzt die Überwachung bzw. Bestimmung der absoluten Abspulllänge, der Abspulgeschwindigkeit und der - beschleunigung besondere Vorteile, insbesondere können diese Größen auch für die Steuerung des Kranes verwendet werden und für andere Auswertungen des Betriebs des Kranes genutzt werden.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird zu sämtlichen erfaßten und/oder bestimmten Daten und Größen die Echtzeit erfaßt, mit der zusammen die erfaßten bzw. bestimmten Daten abgespeichert werden. Dies besitzt den großen Vorteil, daß nachträglich präzise rekonstruiert werden kann, was zu welcher Zeit im Betrieb des Kranes bzw. der Hubwinde aufgetreten ist, insbesondere kann hiermit eine Unfallrekonstruktion bzw. die Rekonstruktion von Betriebsstörungen durchgeführt werden.

[0011] In Weiterbildung der Erfindung wird insbesondere der zeitliche Verlauf der Seilkraft bestimmt und gespeichert, aus dem maximale und minimale Seilkraftwerte und/oder die auftretenden Lastwechsel bestimmt werden, die einem von mehreren gespeicherten Lastkollektiven zugeordnet und zur Bestimmung der Rest-

lebenszeit verwendet werden. Bei diesem Verfahren können die Belastungen der Hubwinde in mehrere, vorzugsweise zehn Kategorien eingeteilt werden. Die auf die jeweilige Kategorie entfallenden Zeitanteile der Belastung werden aufsummiert und in einem Speicher abgelegt. Dieser Speicher ist nicht flüchtig und für eine hohe Anzahl von Schreibzyklen geeignet. Die Bestimmung der Restlebenszeit selbst wird nach einem der per se bekannten Verfahren zur Bestimmung der Lebenszeit durchgeführt.

[0012] Es kann insbesondere die Restlebenszeit der Hubwinde ermittelt werden. Gegebenenfalls kann auch eine Restlebenszeitberechnung für weitere Kranbauteile abgeleitet werden, deren dynamische Beanspruchung mit der der Hubwinde unmittelbar zusammenhängt.

[0013] Hinsichtlich der vorrichtungstechnischen Aspekte wird die oben genannte Aufgabe bei einer Überwachungsvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß eine Drehmoment-Bestimmungseinrichtung zur Bestimmung des Drehmoments eines Hubwindenantriebs, eine Einrichtung zur Bestimmung des Hebelarms des Seils bezüglich der Hubwinde und eine Einrichtung zur Bestimmung der Seilkraft aus dem jeweiligen Drehmoment und dem zugehörigen Hebelarm vorgesehen sind.

[0014] Die Drehmoment-Bestimmungseinrichtung umfaßt vorzugsweise eine Druckerfassungseinrichtung zur Erfassung der Druckdifferenz über den Hydromotor des Hubwindenantriebs, eine Schluckvolumen-Erfassungseinrichtung und eine Einrichtung zur Bestimmung des Drehmoments des Hydromotors aus der erfaßten Druckdifferenz und dem Schluckvolumen. Die Druckerfassungseinrichtung kann insbesondere zwei Drucksensoren besitzen, die auf der Zustrom- und der Abstromseite des Hydromotors in den entsprechenden Fluidkreislauf geschaltet sind. Der Fluidkreislauf kann sowohl geschlossen als auch offen ausgebildet sein.

[0015] Die Schluckvolumen-Erfassungseinrichtung kann aus einem Baustein bestehen, der dem Stellhebel des Hydromotors zugeordnet ist und dessen Winkelstellung erfaßt. Die Winkelstellung des Stellhebels ist ein Maß für das Schluckvolumen des Hydromotors, das zusammen mit dem Druckabfall am Hydromotor dessen Drehmoment bestimmt. Vorzugsweise besteht die Schluckvolumen-Erfassungseinrichtung aus einem Baustein, der den Stellstrom eines Stellmagneten mißt, mit dem der Stellhebel betätigt wird. Der Stellstrom ist proportional zur Winkelstellung des Stellhebels, so daß aus diesem die Winkelstellung des Stellhebels abgeleitet werden kann. Der Schwenkwinkel wird also indirekt ermittelt und zwar aus dem proportionalen Steuerstrom für den Stellhebel, der aus der übergeordneten Kransteuerung kommt und proportional zu dem Schwenkwinkel ist. Die indirekte Bestimmung des Schwenkwinkels in der beschriebenen Weise ist wesentlich kostengünstiger zu bewerkstelligen.

[0016] In Weiterbildung der Erfindung ist eine Dreh-

stellungs-Erfassungseinrichtung für die Hubwinde vorgesehen. Insbesondere ist die Drehstellungs-Erfassungseinrichtung absolut arbeitend ausgebildet, d.h. sie erfaßt beliebige Drehstellungen auch über 360° hinaus absolut, bei Rückwärtsdrehen der Hubwinde läuft auch die Drehstellungs-Erfassungseinrichtung rückwärts. Vorzugsweise ist die Drehstellungs-Erfassungseinrichtung digital ausgebildet, sie digitalisiert die jeweilige Drehstellung der Hubwinde.

[0017] Die Überwachungsvorrichtung umfaßt zweckmäßigerweise einen Speicher zur Speicherung von Hubwinden-Parametern, insbesondere sind in dem Speicher der Windendurchmesser, die Windungszahl pro Lage und der Seildurchmesser abspeicherbar.

[0018] Vorzugsweise ist eine Einrichtung zur Bestimmung des Hebelarms des Seils bezüglich der Hubwinde vorgesehen. Dies kann grundsätzlich ein Sensor sein, der die Lage des von der Hubwinde ablaufenden Seilstücks unmittelbar erfaßt. Vorzugsweise jedoch errechnet die Einrichtung den Hebelarm aus der jeweiligen Drehstellung der Hubwinde und den abgespeicherten Hubwindenparametern.

[0019] Die Überwachungsvorrichtung zeichnet sich in Weiterbildung der Erfindung dadurch aus, daß eine Echtzeituhr vorgesehen ist. Die Echtzeituhr ist mit der Auswerteeinheit verbunden, um diese für die Datenverarbeitung mit den Echtzeitwerten zu speisen.

[0020] Die Auswerteeinheit ist gemäß einer Ausführung der Erfindung derart ausgebildet, daß der zeitliche Verlauf der Seilkraft bestimmt und gespeichert wird und aus diesem maximale und minimale Seilkraftwerte und/oder Lastwechsel bestimmt werden, die einem von mehreren gespeicherten Lastkollektiven zugeordnet und zur Bestimmung der Restlebenszeit verwendet werden.

[0021] Ferner ist die Überwachungsvorrichtung gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung mit einer Einrichtung zur Überwachung der abgespulten Seillänge versehen, die den Hubwerksantrieb sperrt und/oder eine Hubwerksbremse betätigt, sobald nur noch eine vorgegebene Anzahl von Windungen auf der Hubwinde sind.

[0022] Ferner zeichnet sich die Überwachungsvorrichtung gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung dadurch aus, daß Mittel zur Bestimmung der Ab- bzw. Aufspulgeschwindigkeit des Hubseiles sowie zur Bestimmung der Seilbeschleunigung vorgesehen sind. Vorzugsweise werden diese Größen aus der erfaßten Drehbewegung der Hubwinde unter Berücksichtigung deren geometrischer Parameter, insbesondere des Windendurchmessers und der Windungslagen bestimmt. Ferner sind nach einem weiteren Aspekt der Erfindung Mittel vorgesehen, die die Drehzahl der Hubwinde bestimmen und diese und/oder die Drehzahl des Hubwindenantriebs überwachen.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung sind die Auswerteeinheit, die Drehmoment-Bestimmungseinrichtung, die Einrichtung zur Bestimmung

des Hebelarms, die Einrichtung zur Ermittlung der absoluten abgespulten Seillänge, die Einrichtung zur Bestimmung der Abspulgeschwindigkeit, die Einrichtung zur Bestimmung der Abspulbeschleunigung und/oder die Einrichtung zur Überwachung der Windendrehzahl als Mikrocomputer mit darin abgespeicherter und ablaufender Software ausgebildet. Vorzugsweise besitzt der Mikrorechner Schnittstellen zur Datenübergabe zu und von einer übergeordneten Kransteuerung, von der aus die ermittelten Daten einschließlich des berechneten Lastkollektivs und der Restlebensdauer abrufbar sind. Die Übergabe von Daten bzw. Steuerbefehlen ist selbstverständlich auch in umgekehrter Richtung vorgesehen.

[0024] Um die Bestimmung der dynamischen Beanspruchungen und die Ermittlung der Restlebensdauer sicherer und zuverlässiger zu machen, zeichnet sich die Überwachungseinrichtung gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung dadurch aus, daß die Auswerteeinheit einschließlich eines zugehörigen Datenspeichers in die Hubwinde integriert sind. Sie bilden also eine untrennbare Einheit mit der Hubwinde. Wird die Hubwinde z.B. für Wartungsarbeiten oder bei Ersatz ausgetauscht, so wird sie zusammen mit der Auswerteeinheit und dem zugehörigen Datenspeicher ausgetauscht, der die gespeicherten Beanspruchungswerte und/oder die Restlebensdauer enthält. Hierdurch ist sichergestellt, daß die verbleibende Restlebensdauer nicht verloren geht bzw. falsche Berechnungsdaten der Restlebensdauer zugrundegelegt werden.

[0025] Diese und weitere Merkmale, die in Kombination miteinander und für sich selbst schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird, gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der nachfolgenden Beschreibung und der zugehörigen Zeichnung hervor, anhand derer eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert wird.

[0026] Die einzige Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Überwachungsvorrichtung zur Überwachung einer hydraulisch angetriebenen Hubwinde.

[0027] Die Hubwinde 1 wird von einem Hydromotor 2 angetrieben, der mittels eines entsprechenden Fluidkreislaufes 3, der offen oder geschlossen ausgebildet sein kann, mit dem notwendigen Fluiddruck beaufschlagt wird. Auf die Hubwinde 1 ist das Seil 4 aufgewickelt, mit dem der Kran die entsprechenden Hublasten anhebt bzw. absenkt.

[0028] Zu dem Hubwerk gehört ferner eine Hubwerksbremse 5, die zwischen den Hydromotor 2 und die Hubwinde 1 in den Antriebsstrang geschaltet ist.

[0029] Mit der Hubwinde 1 verbunden ist eine multifunktionale Erfassungs-, Rechen- und Auswerteeinheit 6, die einen Lastkollektivzähler bildet und weitere Funktionen verwirklicht. Insbesondere wird mit der multifunktionalen Datenverarbeitungs-, Rechen- und Auswerteeinheit 6 die dynamische Beanspruchung der Hubwinde 1 sowie deren Restlebensdauer ermittelt. Ferner wer-

den die Abspulllänge des Seiles 4, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Seiles 4 sowie die Seilkraft unter Berücksichtigung der Wicklungslagen auf der Hubwinde 1 und die Drehzahl der Hubwinde ermittelt und überwacht.

[0030] Die Einheit 6 ist vorteilhafterweise in die Hubwinde 1 integriert und bildet mit dieser eine Einheit. Sie kann angeflanscht oder in einer anderen geeigneten Weise an der Winde 1 befestigt sein.

[0031] Eine Winkelerfassungseinheit 7 ist der Hubwindenwelle zugeordnet und digitalisiert die Winkelstellung der Hubwinde 1. Die Winkelerfassungseinheit 7 ist absolut arbeitend ausgebildet, d.h. sie erfaßt die Winkelstellung der Hubwinde 1 absolut, auch über den Bereich einer vollen Drehung hinaus. Die Drehwinkelwerte werden von dem Wandler 7 an die zentrale Recheneinheit 8 übergeben, die die weitere Verarbeitung der Werte bewirkt. Eine Echtzeituhr 9 ist ebenfalls an die zentrale Recheneinheit 8 angeschlossen, so daß diese alle ihr zugeführten Daten mit den Echtzeitwerten verknüpfen und weiter verarbeiten kann. So ermittelt die zentrale Recheneinheit 8 aus den Drehwinkelwerten des Wandlers 7 die jeweilige Drehstellung, die Drehgeschwindigkeit und Beschleunigung der Hubwinde 1.

[0032] Die geometrischen Parameter der Hubwinde 1 sind in dem Datenspeicher 10 abgelegt, insbesondere sind dort Hubwindendurchmesser, Seildurchmesser und Windungszahl je Lage auf der Hubwinde 1 abgespeichert, so daß die zentrale Recheneinheit 8 daraus in Verbindung mit den jeweiligen Drehwinkelwerten der Hubwinde 1 die absolute Abspulllänge des Seiles 4, die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Seiles 4 beim Ab- bzw. Aufspulen sowie den Hebelarm des Seiles 4, den dieses bezüglich der Hubwinde 1 hat, ermittelt. Diese Größen werden mit den Echtzeitwerten verknüpft und im Datenspeicher 10 abgespeichert, so daß der Betrieb des Kranes z.B. zur Unfallrekonstruktion nachträglich abgefragt werden kann.

[0033] Um die Belastung der Hubwinde bestimmen zu können, wird das jeweilige Drehmoment des Hydromotors 2, mit dem die Hubwinde 1 angetrieben wird, bestimmt. Wie die Figur zeigt, wird mittels zweier Drucksensoren 11 und 12, die in den Fluidkreislauf 3 auf die Zustromseite und auf die Abstromseite des Hydromotors 2 geschaltet sind, die Druckdifferenz über den Hydromotor 2 erfaßt. Die jeweiligen Druckwerte, die von den Drucksensoren 11 und 12 gemessen werden, werden von diesen ebenfalls der zentralen Recheneinheit 8 zugeführt.

[0034] Um das Drehmoment des Hydromotors 2 bestimmen zu können, wird der zentralen Recheneinheit 8 ferner ein Signal zugeführt, das der Winkelstellung des Stellhebels 14 des Hydromotors 2 entspricht, die die Schluckmenge des Hydromotors 2 bestimmt. Die Schluckmenge des Hydromotors 2 bestimmt zusammen mit der Druckdifferenz über den Hydromotor dessen Drehmoment. Die Winkelstellung des Stellhebels 14 kann direkt mittels eines entsprechenden Winkelsen-

sors gemessen werden. Sie kann auch indirekt bestimmt werden. Wie die Figur zeigt, ist ein Baustein 13 in der Multifunktionseinheit 6 vorgesehen, der den Steuerstrom von einer übergelagerten Kransteuerung 15 mißt, mit dem der Stellhebel 14 angesteuert wird. Von dem Baustein 13 wird ein zu der Stellung des Stellhebels 14 proportionales Signal an die zentrale Recheneinheit 8 abgegeben.

[0035] Die zentrale Recheneinheit 8 berechnet aus der Winkelstellung des Stellhebels 14 sowie der Druckdifferenz über den Hydromotor 2 dessen Drehmoment. Dieses kann zusammen mit den zugehörigen Echtzeitwerten im Speicher 10 abgelegt werden. Insbesondere berechnet die zentrale Recheneinheit 8 aus dem jeweiligen Drehmoment des Hydromotors 2 und dem in dem jeweiligen Moment gegebenen Hebelarm des Seils 4 bezüglich der Hubwinde 1 die Seilkraft in dem Seil 4.

[0036] Sämtliche Messungen und Berechnungen erfolgen dynamisch, die zentrale Recheneinheit 8 berechnet die dynamische Belastung der Hubwinde 1. Hierzu werden aus dem zeitlichen Verlauf der Seilkraft minimale und maximale Extremwerte bestimmt, hieraus Lastspiele bzw. Lastwechsel ermittelt, aus denen die zentrale Recheneinheit 8 ständig das Lastkollektiv für die Hubwinde 1 berechnet. Grundsätzlich werden bei diesem Verfahren die tatsächlich auftretenden Lastspiele und Belastungen der Winde in n Kategorien eingeteilt und die auf die jeweiligen Kategorien entfallenden Zeitanteile der Belastung aufsummiert und in dem Speicher 10 abgelegt. Anhand der ermittelten dynamischen Belastungen bestimmt die zentrale Recheneinheit 8 nach einem per se bekannten Verfahren die verbleibende Restlebensdauer der Hubwinde 1.

[0037] Wie die Figur zeigt, ist die Multifunktionseinheit 6 mit einer übergeordneten Kransteuerung 15 verbunden. Über ein Bus Interface 16 kann die übergeordnete Steuerung 15 auf die zentrale Recheneinheit 8 zugreifen und Daten austauschen. Insbesondere kann die verbleibende Restlebenszeit ausgelesen werden und in einem entsprechenden Display 17 angezeigt werden.

[0038] Ferner ist in der Multifunktionseinheit 6 eine Sicherheitsschaltung 18 vorgesehen, mit der verhindert wird, daß das Seil 4 restlos von der Hubwinde 1 abgespult wird. Mit Hilfe der im Datenspeicher 10 abgespeicherten Hubwinden-Parameter und dem Drehstellungssignal der Winkel-Erfassungseinheit 7 kann die zentrale Recheneinheit 8 die verbleibende Windungszahl auf der Hubwinde 1 bestimmen. Sobald die absolute abgespulte Seillänge einen Maximalwert erreicht, steuert die zentrale Recheneinheit 8 die Sicherheitsschaltung 17 an. Der entsprechende Schalter schließt sich, so daß von der übergeordneten Kransteuerung 15 ein Signal zur Bremsenansteuerung durchgeschaltet wird, so daß die Bremse 5 aktiviert wird und die Hubwindendrehung stoppt. Hiermit wird sichergestellt, daß die vorgeschriebene Mindestanzahl von Windungen auf der Hubwinde 1 nicht unterschritten wird.

[0039] Ferner kann durch die Ermittlung der absolu-

ten abgespulten Seillänge von der zentralen Recheneinheit 8 bestimmt werden, wann die Hubwinde 1 aufgespult und abgespult ist.

[0040] Sämtliche Daten, die in der Multifunktionseinheit 6 erfaßt und/oder bestimmt sind und im Datenspeicher 10 gespeichert sind, sind über den seriellen Bus von der übergelagerten Kransteuerung 15 abrufbar.

[0041] Die Parameterisierung der Hubwindengeometrie kann ebenfalls über den seriellen Bus erfolgen. Darüber hinaus sind Windendaten wie z.B. Herstelldaten, Identifizierungsnummer, Seriennummer etc. über den seriellen Bus abrufbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Betriebes von Hubwinden (1), insbesondere von Kranen, bei dem eine auf die Hubwinde (1) wirkende Seilkraft, Lastwechsel, eine dynamische Beanspruchung und/oder eine Restlebensdauer bestimmt werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drehmoment eines Hubwindenantriebs (2) bestimmt wird, ein Hebelarm des Seils (4) bezüglich der Hubwinde (1) bestimmt und zeitlich dem jeweiligen bestimmten Drehmoment zugeordnet wird, und aus dem jeweiligen Drehmoment und dem zugeordneten Hebelarm die Seilkraft bestimmt wird. 20
2. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei ein Hydromotor (2) als Hubwindenantrieb verwendet, die Druckdifferenz über den Hydromotor (2) gemessen, ein Schluckvolumen erfaßt und daraus das Drehmoment des Hubantriebs bestimmt wird. 35
3. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei geometrische Hubwinden-Parameter, insbesondere der Windendurchmesser, die Windungszahl pro Windungslage und der Seildurchmesser in einem Speicher (10) abgespeichert werden, eine Drehstellung der Hubwinde (1) absolut erfaßt wird und zu der jeweiligen Drehstellung aus den Hubwinden-Parametern der Hebelarm des Seils (4) bezüglich der Hubwinde (1) bestimmt wird. 40
4. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Echtzeit zu sämtlichen erfaßten und/oder bestimmten Daten erfaßt wird und letztere zusammen mit der zugehörigen Echtzeit abgespeichert werden. 50
5. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zeitliche Verlauf der Seilkraft be-

stimmt und gespeichert wird und aus diesem maximale und minimale Seilkraftwerte und/oder Lastwechsel bestimmt werden, die einem von mehreren gespeicherten Lastkollektiven zugeordnet und zur Bestimmung der Restlebenszeit verwendet werden.

6. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine abgespulte Seillänge überwacht wird, geometrische Hubwinden-Parameter, insbesondere der Windendurchmesser, die Windungszahl pro Lage und der Seildurchmesser abgespeichert werden, eine Drehstellung der Hubwinde (1) absolut erfaßt und aus den Hubwinden-Parametern und der Drehstellung die abgespulte Seillänge absolut bestimmt wird und vorzugsweise Seilgeschwindigkeit und/oder Seilbeschleunigung bestimmt werden. 10
7. Verfahren zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Drehzahl der Hubwinde (1) bestimmt und hiermit die Drehzahl eines Hubwindenantriebs überwacht wird. 15
8. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden von Kränen und dergleichen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit Seilkraftbestimmungsmitteln (7, 8, 10, 11, 12, 13) zur Bestimmung der auf die Hubwinde (1) wirkenden Seilkräfte und einer Auswerteeinheit (8) zur Ermittlung der dynamischen Beanspruchung der Hubwinde aus den Seilkräften und/oder der Restlebenszeit, gekennzeichnet durch eine Drehmoment-Bestimmungseinrichtung (8, 11, 12, 13) zur Bestimmung des Drehmoments eines Hubwindenantriebs (2), eine Einrichtung (7, 8, 10) zur Bestimmung des Hebelarms des Seils (4) bezüglich der Hubwinde (1) und eine Einrichtung (8) zur Bestimmung der Seilkraft aus dem jeweiligen Drehmoment und dem zugehörigen Hebelarm. 25
9. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Druckerfassungseinrichtung (11, 12) zur Erfassung einer Druckdifferenz über einen Hydromotor (2) des Hubwindenantriebs, eine Schluckvolumen-Erfassungseinrichtung (13, 14) und eine Einrichtung (8) zur Bestimmung des Drehmoments des Hydromotors aus der erfaßten Druckdifferenz und dem Schluckvolumen vorgesehen sind. 45
10. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Drehstellungs-Er-

fassungseinrichtung (7) für die Hubwinde (1) vorgesehen ist, die absolut und vorzugsweise digital arbeitend ausgebildet ist.

11. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Speicher (10) zur Speicherung von Hubwinden-Parametern, insbesondere Windendurchmesser, Windungszahl pro Windungslage und Seildurchmesser, vorgesehen ist. 5
12. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Einrichtung (7, 8, 10) zur Bestimmung des Hebelarms des Seils (4) bezüglich der Hubwinde (1) aus der jeweiligen Drehstellung der Hubwinde (1) und den abgespeicherten Hubwinden-Parametern vorgesehen ist. 10 15
13. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Echtzeituhr (9) vorgesehen ist. 20
14. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Speicher (10) zur Speicherung aller erfaßter und/oder bestimmter Daten und Größen zusammen mit zugehörigen Echtzeitwerten vorgesehen ist. 25 30
15. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit (8) derart ausgebildet ist, daß der zeitliche Verlauf der Seilkraft bestimmt und gespeichert wird und aus diesem maximale und minimale Seilkraftwerte und/oder Lastwechsel bestimmt werden, die einem von mehreren gespeicherten Lastkollektiven zugeordnet und zur Bestimmung der Restlebenszeit verwendet werden. 35 40
16. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Einrichtung (7, 8, 10) zur Ermittlung und Überwachung der absoluten abgespulten Seillänge vorgesehen ist. 45 50
17. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Einrichtung zur Ermittlung und Überwachung der abgespulten Seillänge den Hubwerksantrieb sperrt und/oder eine Hubwerksbremse (5) betätigt, sobald nur noch eine vorgegebene Anzahl von Windungen auf der Hubwinde (1) ist. 55

18. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Einrichtung (7, 8, 10) zur Bestimmung einer Seilgeschwindigkeit und/oder einer Seilbeschleunigung vorgesehen ist.

19. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung des Betriebs von Hubwinden insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie in die Hubwinde integriert ist.

