



(11) **EP 4 410 734 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.08.2024 Patentblatt 2024/32

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B66C 13/16 ^(2006.01) **B66D 1/46** ^(2006.01)
B66D 1/54 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24152661.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B66C 13/16; B66D 1/46; B66D 1/54

(22) Anmeldetag: **18.01.2024**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **VOLLERT, Hans-Jörg**
74189 Weinsberg (DE)
• **GEBHART, Andreas**
74189 Weinsberg (DE)

(74) Vertreter: **Keil & Schaafhausen Patentanwälte**
PartGmbB
Bockenheimer Landstraße 25
60325 Frankfurt am Main (DE)

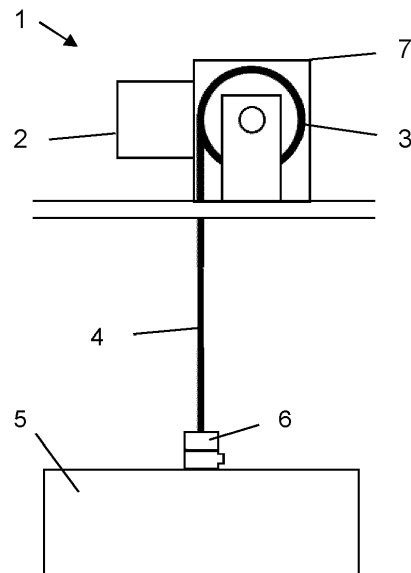
(30) Priorität: **31.01.2023 DE 202023100429 U**

(71) Anmelder: **Vollert Anlagenbau GmbH**
74189 Weinsberg (DE)

(54) **HUBWERK UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER THEORETISCHEN SEILABLAGEREIFE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hubwerk (1), z.B. eines Hebezeuges, mit einem oder mehreren Seilen (4), einer oder mehreren Seiltrommeln (3) und einem oder mehreren Antrieben (2). Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung der theoretischen Seilablagereife. Hierzu wird eine Lastmesseinrichtung (6; 10) zur Ermittlung der auf das wenigstens eine Seil (4) einwirkenden Last vorgeschlagen, wobei das Hubwerk (1) ferner eine Seilbiegewechselseinrichtung zur Ermittlung der Seilbiegewechsel des wenigstens einen Seils (4) und eine Prognoseeinrichtung mit einem Datenspeicher und einer Rechneinheit zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife des wenigstens einen Seils (4) auf der Basis der Daten der Lastmesseinrichtung (6; 10) und der Seilbiegewechselseinrichtung aufweist.

Figur 1



EP 4 410 734 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hubwerk, z.B. eines Hebezeuges, mit einem oder mehreren Seilen, einer oder mehreren Seiltrommeln und einem oder mehreren Antrieben. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung der theoretischen Seilablagereife.

[0002] Ein solches Hubwerk ist aus der EP 1 472 175 B1 bekannt. Hierbei ist zwischen dem Antriebsmotor und der Seiltrommel ein Hubwerksgetriebe angeordnet, das im Bereich eines seiner stirnseitigen Enden um eine parallel zur Seiltrommelachse verlaufenden Achse schwenkbar gelagert ist und im Bereich seines anderen stirnseitigen Endes auf mindestens einer Drehmomentstütze abstützbar ist, der eine Messeinrichtung zur indirekten Erfassung der an den Seilen hängenden Last zugeordnet ist. Die Lasterfassung kann dabei auch als Indikator zur statistischen Ermittlung der Wartungsintervalle in Verbindung mit den gezählten Betriebsstunden dienen.

[0003] Für einen sicheren Betrieb von Seilhubwerken ist es neben der Einhaltung von Wartungsintervallen auch wesentlich, die Lebensdauer der einzelnen Komponenten zu kennen und diese bei Bedarf vor Erreichen der Lebensdauer auszutauschen. Eine Komponente, die in einem Hubwerk großer Belastung ausgesetzt ist, ist das Seil, welches meist als Drahtseil ausgeführt ist. Wenn das Seil nach dem Prinzip eines Flaschenzugs über mehrere Rollen geführt wird, sind zumindest einige Bereiche des Seils wechselnden Biegebeanspruchungen ausgesetzt, die letztlich zu einem Versagen des Seils führen können. Für Hubwerke wird daher die theoretische Seilablagereife, d.h. der Zeitpunkt, zu dem ein Seil ausgetauscht werden muss, auf Basis von Annahmen über das Seil selbst und dessen geschätzte Belastung im Betrieb bestimmt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Hubwerk und ein Verfahren bereitzustellen, bei dem die reale Nutzungsdauer zuverlässiger bestimmbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Hubwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einem Verfahren nach Anspruch 11 gelöst.

[0006] Das Hubwerk eines Hebezeuges weist hierzu wenigstens eine Seiltrommel, wenigstens ein von dieser auf- und abwickelbares Seil, wenigstens einen mit der wenigstens einen Seiltrommel kuppelbaren Antrieb, eine Steuerung und eine Lastmesseinrichtung zur Ermittlung der auf das wenigstens eine Seil einwirkenden Last auf. Erfindungsgemäß weist das Hubwerk ferner eine Seilbiegewechselseinrichtung zur Ermittlung der Seilbiegewechsel des wenigstens einen Seils und eine Prognoseeinrichtung mit einem Datenspeicher und einer Rechneinheit zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife des wenigstens einen Seils auf der Basis der Daten der Lastmesseinrichtung und der Seilbiegewechselseinrichtung auf. Das erfindungsgemäße Hubwerk ist beispielsweise Bestandteil eines Regalbediengeräts oder eines Brücken- oder Portalkrans.

[0007] Durch Möglichkeiten der Lasterfassung kann die Belastung und somit das Lastkollektiv erfasst werden, welche auf das Hubwerk und das Seil bzw. die Seile einwirkt. Anhand der gefahrenen Bewegungen bzw. Hubspiele in Kombination mit der jeweiligen einwirkenden Last bzw. dem Lastkollektiv der eingewirkten Belastungen kann erfindungsgemäß, ggf. unter Berücksichtigung konstruktionsspezifischer Parameter, die Seilbeanspruchung (nach Norm) errechnet bzw. abgeschätzt werden. Anhand der bisherigen Benutzung wird die Restlebensdauer der Seile sowie der Zeitpunkt des Austausches prognostiziert. Optional können weitere Zeitpunkte, wie das Lebensdauerende der Seile, prognostiziert werden. Dabei ist die Auswertung der Seile einzeln oder auch zusammen möglich. Die Daten können direkt auf dem Steuerungs-/Erfassungssystem gespeichert werden sowie bei Bedarf mittels Schnittstellen anderen Anwendungen bereitgestellt werden. Durch die Prognose der theoretischen Seilablagereife ist es möglich, das Seil oder andere Komponenten eines Hubwerks rechtzeitig auszutauschen, bevor Beschädigungen auftreten oder der sichere Betrieb gefährdet wird.

[0008] Nach einer Ausführungsform kann die wenigstens eine Lastmesseinrichtung abhängig von der Aufhängung des Seiles sowie dem verfügbaren Bauraum beispielsweise als Kraftmessring oder Kraftmessstab oder Kraftmessbolzen ausgebildet sein. Die Messung der Kraft erfolgt in beiden Systemen über wenigstens einen Dehnmessstreifen (DMS), der mit der Steuerung verbindbar oder permanent verbunden ist. Der Dehnmessstreifen wird hierzu beispielsweise zwischen einem kraftführenden Element und einer ortsfesten Verankerung angeordnet. Der Dehnmessstreifen kann zudem zur Schlaufseil- und/oder Überlastmessung mit der Steuerung verbunden sein.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann die Leistung des Antriebsmotors gemessen werden, um daraus die auf das Seil wirkende Last zu bestimmen. Vorzugsweise weist der Antrieb einen Elektromotor auf. Die Lastmesseinrichtung kann dann wenigstens eine Einrichtung zur Erfassung des Motorstromes des Elektromotors aufweisen.

[0010] Erfindungsgemäß werden für das jeweilige Seil auch die Seilbiegewechsel erfasst. Als Biegewechsel wird dabei der vollständige Wechsel eines Biegezustandes zurück zur Ausgangsstellung bezeichnet (z.B. gerade - gebogen - gerade). Ein solcher Biegewechsel entsteht beispielsweise beim Überlaufen einer Seilrolle. Ein erfindungsgemäßes Hubwerk kann nach Art eines Flaschenzuges beliebig viele Seilrollen aufweisen, über die das Seil geführt wird. Bei einer Aufteilung des Flaschenzuges auf mehrere tragende Seile wird aus Sicherheitsgründen der meistgenutzte Abschnitt des jeweiligen Seiles betrachtet.

[0011] Die Seilbiegewechselseinrichtung weist nach einer Ausführungsform einen Hubspielzähler auf. Während des Betriebs nimmt die Anzahl an erfolgten Biegewechseln stets zu. In dem Hubspielzähler erfolgt je-

doch nur die Zählung der Hubspiele. Die Ermittlung der zulässigen Hubspiele erfolgt über die Berechnung der ertragbaren Biegewechselzahlen. Hierzu werden die beiden Methoden Leipzig (TSU) oder Stuttgart (FEY) nach VDI Richtlinie 2358 "Drahtseile für Fördermittel" (Dezember 2012) verwendet. Die Erfassung der Hubspiele erfolgt beispielsweise über die Fahrtrichtung. Wenn jeweils der meistgenutzte Abschnitt des jeweiligen Seiles berücksichtigt wird, ist es für die Betrachtung nicht von Bedeutung, wie weit der Hub vollzogen wird, da bei jedem Hubspiel von einem Vollhubspiel ausgegangen wird.

[0012] In dem Datenspeicher der Prognoseeinrichtung kann zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife für das jeweilige Seil die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel speicherbar sein. Dieser Wert kann mit den tatsächlich erfolgten Biegewechseln verglichen werden, die über den Hubspielzähler und die Anzahl der konstruktiv vorgegebenen Hubbiegewechsel pro Hubspiel ermittelt werden. Bei einem Hubwerk mit mehreren Seilen ist in dem Datenspeicher der Prognoseeinrichtung zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife vorzugsweise für jedes Seil die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel speicherbar bzw. eingebbar.

[0013] Für eine verlässliche Prognose der theoretischen Seilablagereife für das jeweilige Seil wird in der Rechneinheit der Prognoseeinrichtung nach einer bevorzugten Ausführungsform für das jeweilige Seil ein Lastkollektiv unter Berücksichtigung der Daten der Lastmeseinrichtung aufgenommen. Hierzu wird eine Klassifizierung der von der Lastmeseinrichtung ermittelten Kraft, die auf das jeweilige Seil wirkt, vorgenommen. Für das erfindungsgemäße Hubwerk können dies beispielsweise 20 Klassen sein, die einen Messbereich von 10 bis 100 kN abdecken. Die Belastung kann bei 20 Klassen mit einer Genauigkeit von etwa 5 % bestimmt werden. Es ist auch möglich, eine andere, z.B. kleinere, Anzahl von Klassen für die Klassifizierung vorzusehen.

[0014] Während die Daten eines Getriebestundenzählers sowie die Hubspielanzahl auf alle Komponenten des Hubwerks übertragbar sind, muss das Lastkollektiv für jedes Seil einzeln aufgenommen werden. Grundsätzlich ist es zur Aufnahme eines Lastkollektivs möglich, eine Verweildauerzählung vorzunehmen, bei der mittels eines Timers die Summe der Zeiten ermittelt wird, die das Signal innerhalb der beiden Klassengrenzen verweilt.

[0015] Alternativ ist nach einer bevorzugten Ausführungsform die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung dazu eingerichtet ist, mittels einer Momentanwertzählung und einer Klassifizierung für das jeweilige Seil ein Lastkollektiv aufzunehmen. Bei der Momentanwertzählung wird der Signalwert der Lastmeseinrichtung in immer gleichen Zeitabständen abgefragt und die jeweilige Klasse gezählt. Anhand der Gesamtzahl kann die Häufigkeit der Klasse ermittelt werden. Optional kann die Zählung anstatt eines Zeittaktes auch durch Umdrehungsimpulse des Antriebs, einer Rolle oder einer Getriebekomponente des Hubwerks ausgelöst werden. Anstatt eines Timers wird bei der Momentanwertzählung

jeder Klasse eine Variable zugeordnet. Diese wird als Häufigkeit bezeichnet. Sie setzt sich aus der Anzahl der gesamt durchlaufenen Zyklen im Vergleich zu den durchlaufenen Zyklen der jeweiligen Klasse zusammen. Bei

jeden durchlaufenen Zyklus wird die Variable der jeweiligen aktiven Klasse um den Wert eins erhöht.
[0016] Die Momentanwertzählung benötigt dabei deutlich weniger Speicherplatz, da mit Zahlen (z.B. Integer mit 2 Byte) gerechnet werden kann. Somit werden beispielsweise für vier Seile und 20 Klassen nur insgesamt 160 Bytes benötigt. Timer benötigen dagegen einen eigenem Instanzdatenbaustein, in welchen sie ihre Daten speichern. Der durch die Funktion vorgegebene Speicherbedarf liegt bei 8 Byte und 2 Bit, so dass akkumuliert auf die Anzahl der Seile bei beispielsweise vier Seilen und wiederum 20 Klassen der Gesamtspeicherplatz 660 Byte beträgt und somit bei der Verweildauerzählung deutlich größer ist.

[0017] Es wird weiter bevorzugt, wenn auf Basis des derart aufgenommenen Lastkollektivs für das jeweilige Seil die Anzahl maximal zulässiger Hubspiele in der Rechneinheit der Prognoseeinrichtung errechnet wird und eine Bewertung des Seilzustands sowie eine Prognose der theoretischen Seilablagereife für das jeweilige Seil mittels eines Vergleichs der Anzahl der gezählten Hubspiele mit der Anzahl maximal zulässiger Hubspiele erstellt wird.

[0018] Weiter ist die Prognoseeinrichtung beispielsweise dazu eingerichtet, in dem Datenspeicher Daten abzuspeichern, die indikativ sind für die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel jedes Seils, die Anzahl maximal zulässiger Hubspiele jedes Seils, Anzahl der gezählten Hubspiele jedes Seils, das Lastkollektiv jedes Seils, die Betriebsstunden des Antriebs und/oder den Zeitpunkt des Wechsels jedes Seils.

[0019] Die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung kann Bestandteil der Steuerung des Hubwerks sein oder als separates Bauteil ausgebildet sein. Die Rechneinheit und/oder die Steuerung können für Aufgaben, welche in jedem Programmzyklus aufgerufen werden müssen, und/oder für anderen Aufgaben, welche auch zeitversetzt stattfinden können, eingerichtet sein. Zu den zyklischen Aufgaben gehört vor allem die Erfassung der Prozesswerte. Dies umfasst beispielsweise das Starten und Stoppen des Getriebestundenzählers, die Zählung und Klassifizierung des Lastkollektivs und/oder die Erkennung der Fahrtrichtung für den Hubspielzähler. Dagegen benötigen die Auswertung und Berechnung der gesammelten Daten keinen zyklischen Aufruf und können zeitversetzt zur Aufnahme durchgeführt werden.

[0020] Diese Auswertung und Berechnung kann beispielsweise die Berechnung der tatsächlichen Nutzung umfassen, d.h. die anhand von Betriebsstunden und Lastkollektiv ermittelte effektive Nutzung des Hubwerks. Diese tatsächlichen Nutzung kann mittels verschiedener Protokollierungen ermittelt werden, beispielsweise mittel Protokollierung mit Geräten (z.B. Lastkollektivspeicher), mittels Dokumentation und geeigneten Zählwerken (z.B.

Betriebsstundenzähler) und/oder mittels Dokumentation ohne Zählwerke. Weiter kann die Auswertung und Berechnung beispielsweise die Berechnung der Abnutzung des Hubwerks durch einen Vergleich der tatsächlichen Nutzung mit der theoretische Nutzung umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann die Auswertung und Berechnung beispielsweise die Berechnung der Restlebensdauer des Hubwerks, die Berechnung der möglichen Hubspiele, die Berechnung der Abnutzung des Seiles und/oder die Berechnung der Restlebensdauer des Seiles umfassen.

[0021] Es ist bekannt, dass sich Seile während zu Beginn ihrer Betriebszeit aufgrund der erstmaligen Belastung längen. Dehnen sich nach dem Einbau alle Seile eines Hubwerks gleichmäßig aus, so stellt dies kein Problem dar. Werden aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauerwerte die Seile jedoch separat ausgetauscht, so kann dies zu Problemen führen, da sich die Seile während des Betriebs auf unterschiedliche Längen ausdehnen. Es kann daher erforderlich werden, die Seile nachzustellen, was einen Anlagenstillstand erfordert. Um dies zu vermeiden, sollte sich der Austausch aller Seile nach dem meistbelasteten Seil richten. Hierfür kann das erfindungsgemäße Hubwerk eine Warnung und Aufforderung zum Seilwechsel ausgeben, beispielsweise sobald das erste Seil 90 % seiner Abergereife erreicht hat. Für die Ausgabe der Statusparameter, ist vorzugsweise eine Mensch-Maschine-Schnittstelle vorgesehen, beispielsweise ein Display und/oder ein akustischer Signalgeber.

[0022] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung der theoretischen Seilablagereife eines von wenigstens einer Seiltrommel auf- und abwickelbaren Seils eines Hebezeuges weist beispielsweise folgende Schritte auf: Ermitteln der auf das Seil einwirkenden Last mittels einer Lastmesseinrichtung während jedes Hubspiels und Speichern in einem Datenspeicher, Ermitteln der Seilbiegewechsel des Seils mittels einer Seilbiegewechselmesseinrichtung während jedes Hubspiels und Speichern in dem Datenspeicher, und Ermitteln der theoretischen Seilablagereife des Seils auf der Basis der Daten der Lastmesseinrichtung und der Seilbiegewechselmesseinrichtung mittels einer Prognoseeinrichtung mit einer Rechneinheit. Dabei kann die Seilbiegewechselmesseinrichtung einen Hubspielzähler aufweisen, der die Anzahl an erfolgten Biegewechseln erfasst und in dem Datenspeicher abspeichert. Weiter kann die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung mittels einer Momentanwertzählung und einer Klassifizierung in wenigstens zehn, insbesondere in wenigstens zwanzig, Klassen zwischen z.B. 10 kN und z.B. 100 kN für das Seil ein Lastkollektiv aufnehmen. Die Momentanwertzählung kann dann für jede Klasse aufaddieren, wie oft die jeweilige Belastung auftritt, und so das Lastkollektiv des Seils ermitteln. Die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung kann auf Basis dieses Lastkollektivs für das Seil die Anzahl maximal zulässiger Hubspiele errechnen und eine Bewertung des Seilzustands sowie eine Prognose der theoretischen Seilablagereife für das Seil mittels eines Vergleichs der

Anzahl der gezählten Hubspiele mit der Anzahl maximal zulässiger Hubspiele erstellen. Optional kann in dem Verfahren über eine Ausgabeeinheit signalisiert werden, wenn das Seil seiner Ablagereife ganz oder teilweise, z. B. zu 90%, erreicht hat.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher erläutert. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung. Es zeigen schematisch:

Figur 1 ein Hubwerk mit einem nicht umgelenkten Seil,

Figur 2 ein Hubwerk mit einem einmal umgelenkten Seil,

Figur 3 ein Hubwerk mit zwei jeweils umgelenkten Seilen, und

Figur 4 ein weiteres Hubwerk mit zwei umgelenkten Seilen.

[0024] Die Figuren zeigen vier Ausführungsformen eines Hubwerks 1, das jeweils einen Antrieb 2, der als ein Elektromotor ausgebildet sein kann, eine Seiltrommel 3 sowie ein beispielsweise als Drahtseil ausgeführt des Seil 4 aufweist. An dem Seil 4 kann in an sich bekannter Weise eine schematisch dargestellte Last 5 befestigbar sein. Zwischen dem Antrieb 2 und der Seiltrommel 3 kann ein Getriebe (nicht dargestellt) zwischengeschaltet sein.

[0025] In der Ausführungsform nach Figur 1 wird das Seil 4 direkt von der Seiltrommel 3 auf gewickelt oder abgewickelt, ohne dass das Seil 4 zusätzlich umgelenkt wird. Hierzu ist ein freies Ende des Seil 4 mit der Last 5 befestigt. Zwischen der Last 5 und dem freien Ende des Seil 4 ist eine Kraftmesseinrichtung vorgesehen, die als ein Kraftmessstab 6 ausgebildet ist. In diesem Kraftmessstab 6 ist ein Dehnmessstreifen (nicht gezeigt) vorgesehen, dessen elektrischer Widerstand sich abhängig von seiner elastischen Verformung unter Lasteinwirkung ändert. Hierdurch lässt sich die auf das Seil 4 einwirkende Kraft zuverlässig ermitteln.

[0026] Das Hubwerk 1 weist weiter eine Steuerung 7 auf, die beispielsweise abhängig von Eingangsbefehlen den Antrieb 2 ein- oder ausschalten kann. Zusätzlich kann die Kraftmesseinrichtung kann zur Schlaffseil- und Überlastmessung verwendet werden und hierzu mit der Steuerung 7 verbunden sein. Als Bestandteil der Steuerung 7 oder als eine separate Einheit ist zudem eine Prognoseeinrichtung mit einem Datenspeicher (nicht dargestellt) und einer Rechneinheit (nicht dargestellt) vorgesehen. Weiter ist eine Seilbiegewechselmesseinrichtung (nicht dargestellt) zur Ermittlung der Seilbiegewechsel des wenigstens einen Seils 4 vorgesehen. Die Prognoseeinrichtung ist zur Ermittlung der theoretischen Seil-

ablagereife des wenigstens einen Seils 4 auf der Basis der Daten der Lastmesseinrichtung und der Seilbiegewechselmesseinrichtung eingerichtet.

[0027] Erfindungsgemäß werden für das jeweilige Seil auch die Seilbiegewechsel erfasst. Ein solcher Biege- wechsel entsteht beispielsweise beim Überlaufen einer Seilrolle. Ein erfindungsgemäßes Hubwerk kann nach Art eines Flaschenzuges beliebig viele Seilrollen aufwei- sen, über die das Seil geführt wird. Bei einer Aufteilung des Flaschenzuges auf mehrere tragende Seile wird aus Sicherheitsgründen der meistgenutzten Abschnitt des je- weiligen Seiles betrachtet.

[0028] Die Seilbiegewechselmesseinrichtung weist hierzu einen Hubspielzähler auf, der während des Be- triebes die Anzahl an erfolgten Biegewechseln erfasst und in dem Datenspeicher abspeichert. Als Biegewechsel wird dabei der vollständige Wechsel eines Biegezustan- des zurück zur Ausgangsstellung bezeichnet (z.B. gera- de - gebogen - gerade). In der Ausführungsform nach Figur 1 entspricht dies dem Abrollen von der Seiltrommel 3 beim Absenken der Last 5 und anschließend einem auf Wickeln auf die Seiltrommel 3 beim Anheben der Last 5.

[0029] Die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung ist ferner dazu eingerichtet, mittels einer Momentanwert- zählung und einer Klassifizierung für das Seil 4 ein Last- kollektiv aufzunehmen. Mit anderen Worten wird, mittels der Kraftmesseinrichtung, hier dem Kraftmessstab 6, die auf das Seil 4 wirkende Belastung ermittelt und klassifi- ziert, beispielsweise in 20 Klassen zwischen 10 und 100 kN. Die Momentanwertzählung addiert für jede Klasse auf, wie oft die jeweilige Belastung auftritt und ermittelt so das Lastkollektiv des Seils 4. Auf Basis dieses Last- kollektivs kann für das Seil 4 die Anzahl maximal zuläs- siger Hubspiele errechnet werden und eine Bewertung des Seilzustands sowie eine Prognose der theoretischen Seilablagereife für das Seil 4 kann mittels eines Ver- gleichs der Anzahl der gezählten Hubspiele mit der An- zahl maximal zulässiger Hubspiele erstellt werden.

[0030] Über eine nicht dargestellte Ausgabeeinheit kann einem Benutzer dann signalisiert werden, dass das Seil 4 seiner Ablagereife ganz oder teilweise erreicht hat, so dass ein Austausch des Seils 4 erforderlich wird.

[0031] In der Ausführungsform der Figur 2 wird das Seil 4 des Hubwerks 1 über eine Seilrolle 8 umgelenkt und ist mit einer Traverse 9 verbunden. Die Seilrolle 8 ist wiederum mit einer Last 5 verbindbar. Das der Seil- trommel 3 abgewandten Ende des Seils 4 ist über die als ein Kraftmessring 10 ausgebildete Lastmesseinrich- tung mit der Traverse 9 verbunden, so dass die auf das Seil 4 wirkende Kraft zuverlässig gemessen werden kann. Bei dieser Ausführungsform steigt daher die An- zahl der Biegewechsel pro Hubspiel, da das Seil 4 sowohl durch die Seiltrommel 3 als auch durch die Seilrolle 8 bei jedem Hubspiel umgelenkt und entsprechend gebogen wird. In der Seilbiegewechselmesseinrichtung muss folg- lich die in dem Hubspielzähler ermittelte Anzahl der Hub- spiele mit der. Anzahl der konstruktiv vorgegebenen

Hubbiegewechsel pro Hubspiel, hier zwei, für den meist- genutzten Abschnitt des Seils 4 multipliziert werden.

[0032] In der Ausführungsform der Figur 3 weist das Hubwerk 1 zwei Seile 4 auf, die jeweils über einen Kraft- messring 10 mit der Traverse 9 verbunden sind. Auf diese Weise ist für jedes der Seile 4 individuell die aktuell auf dieses einwirkende Last ermittelbar. Die Prognoseein- richtung ermittelt die theoretische Seilablagereife für je- des Seil 4 auf der Basis der Daten der Lastmesseinrich- tung 10 und der Seilbiegewechselmesseinrichtung, um die reale Nutzungsdauer zuverlässig zu bestimmen.

[0033] In der Ausführungsform nach Figur 4 weist das Hubwerk 1 ebenfalls zwei Seile 4 auf, die jeweils von der zentral angeordneten Seiltrommel 3 zunächst über eine obere Seilrolle 8 und eine untere Seilrolle 8 aufgewickelt oder abgewickelt werden, so dass jedes der Seile 4 mehr- fach umgelenkt wird. Dabei sind beide Seile 4 jeweils über einen Kraftmessring 10 mit der Traverse 9 verbun- den. Auf diese Weise ist für jedes der Seile 4 individuell die aktuell auf dieses einwirkende Last ermittelbar. Die Prognoseeinrichtung ermittelt die theoretische Seilabla- gereife für jedes Seil 4 auf der Basis der Daten der Last- messeinrichtung 10 und der Seilbiegewechselmessein- richtung, um die reale Nutzungsdauer zuverlässig zu be- stimmen.

Bezugszeichen:

[0034]

- | | |
|----|---------------|
| 1 | Hubwerk |
| 2 | Antrieb |
| 3 | Seiltrommel |
| 4 | Seil |
| 5 | Last |
| 6 | Kraftmessstab |
| 7 | Steuerung |
| 8 | Seilrolle |
| 9 | Traverse |
| 10 | Kraftmessring |

Patentansprüche

- Hubwerk eines Hebezeuges mit wenigstens einer Seiltrommel (3), wenigstens einem von dieser auf- und abwickelbaren Seil (4), wenigstens einem mit der wenigstens einen Seiltrommel (3) kuppelbaren Antrieb (2), einer Steuerung (7) und einer Lastmes- seinrichtung (6; 10) zur Ermittlung der auf das we- nigstens eine Seil (4) einwirkenden Last, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubwerk (1) ferner eine Seilbiegewechselmesseinrichtung zur Ermittlung der Seilbiegewechsel des wenigstens einen Seils (4) und eine Prognoseeinrichtung mit einem Datenspei- cher und einer Rechneinheit zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife des wenigstens einen Seils (4) auf der Basis der Daten der Lastmessein-

richtung (6; 10) und der Seilbiegewechselmesseinrichtung aufweist.

2. Hubwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lastmesseinrichtung (6; 10) wenigstens einen mit der Steuerung (7) verbindbaren Dehnmessstreifen aufweist, der, insbesondere in einem Kraftmessring (10) oder einem Kraftmessstab (6), zwischen einem kraftführenden Element (4) und einer ortsfesten Verankerung (9) angeordnet ist. 5
3. Hubwerk nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dehnmessstreifen zur Schlaffseil- und/oder Überlastmessung mit der Steuerung (7) verbunden ist. 10
4. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (2) einen Elektromotor aufweist, wobei die Lastmesseinrichtung (6; 10) wenigstens eine Einrichtung zur Erfassung des Motorstromes des Elektromotors aufweist. 15
5. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seilbiegewechselmesseinrichtung einen Hubspielzähler aufweist, wobei in dem Datenspeicher der Prognoseeinrichtung zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife für das jeweilige Seil (4) die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel speicherbar ist. 20
6. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mehreren Seilen (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Datenspeicher der Prognoseeinrichtung zur Ermittlung der theoretischen Seilablagereife für jedes Seil (4) die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel speicherbar ist. 25
7. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung dazu eingerichtet ist, mittels einer Momentanwertzählung und einer Klassifizierung für das jeweilige Seil (4) ein Lastkollektiv aufzunehmen, auf Basis dieses Lastkollektivs für das jeweilige Seil (4) die Anzahl maximal zulässiger Hubspiele zu errechnen und eine Bewertung des Seilzustands sowie eine Prognose der theoretischen Seilablagereife für das jeweilige Seil (4) mittels eines Vergleichs der Anzahl der gezählten Hubspiele mit der Anzahl maximal zulässiger Hubspiele zu erstellen. 30
8. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prognoseeinrichtung dazu eingerichtet ist, in dem Datenspeicher Daten abzuspeichern, die indikativ sind für die Anzahl der maximal möglichen Hubbiegewechsel jedes Seils (4), die Anzahl maximal zulässiger 35

Hubspiele jedes Seils (4), Anzahl der gezählten Hubspiele jedes Seils (4), das Lastkollektiv jedes Seils (4), die Betriebsstunden des Antriebs (2) und/oder den Zeitpunkt des Wechsels jedes Seils (4).

9. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechneinheit dazu eingerichtet ist, das Starten und Stoppen des Getriebestundenzählers, die Zählung und Klassifizierung des Lastkollektivs und/oder die Erkennung der Fahrtrichtung für den Hubspielzähler zu erfassen. 40
10. Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubwerk (1) Bestandteil eines Regalbediengeräts oder eines Brücken- oder Portalkrans ist. 45
11. Verfahren zur Bestimmung der theoretischen Seilablagereife eines von wenigstens einer Seiltrommel (3) auf- und abwickelbaren Seils (4) eines Hebezeuges, insbesondere in einem Hubwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: 50
 - Ermitteln der auf das Seil (4) einwirkenden Last mittels einer Lastmesseinrichtung (6; 10) während jedes Hubspiels und Speichern in einem Datenspeicher,
 - Ermitteln der Seilbiegewechsel des Seils (4) mittels einer Seilbiegewechselmesseinrichtung während jedes Hubspiels und Speichern in dem Datenspeicher, und
 - Ermitteln der theoretischen Seilablagereife des Seils (4) auf der Basis der Daten der Lastmesseinrichtung (6; 10) und der Seilbiegewechselmesseinrichtung mittels einer Prognoseeinrichtung mit einer Rechneinheit.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seilbiegewechselmesseinrichtung einen Hubspielzähler aufweist, der die Anzahl an erfolgten Biegewechseln erfasst und in dem Datenspeicher abspeichert. 55
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechneinheit der Prognoseeinrichtung mittels einer Momentanwertzählung und einer Klassifizierung in wenigstens zehn, insbesondere in wenigstens zwanzig, Klassen zwischen 10 kN und 100 kN für das Seil (4) ein Lastkollektiv aufnimmt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Momentanwertzählung für jede Klasse aufaddiert, wie oft die jeweilige Belastung auftritt, und so das Lastkollektiv des Seils (4) ermittelt, und dass die Rechneinheit der Prognoseein-

richtung auf Basis dieses Lastkollektivs für das Seil (4) die Anzahl maximal zulässiger Hubspiele errechnet und eine Bewertung des Seilzustands sowie eine Prognose der theoretischen Seilablagereife für das Seil (4) mittels eines Vergleichs der Anzahl der gezählten Hubspiele mit der Anzahl maximal zulässiger Hubspiele erstellt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** über eine Ausgabereinheit signalisiert wird, wenn das Seil (4) seiner Ablagereife ganz oder teilweise, z.B. zu 90%, erreicht hat.

15

20

25

30

35

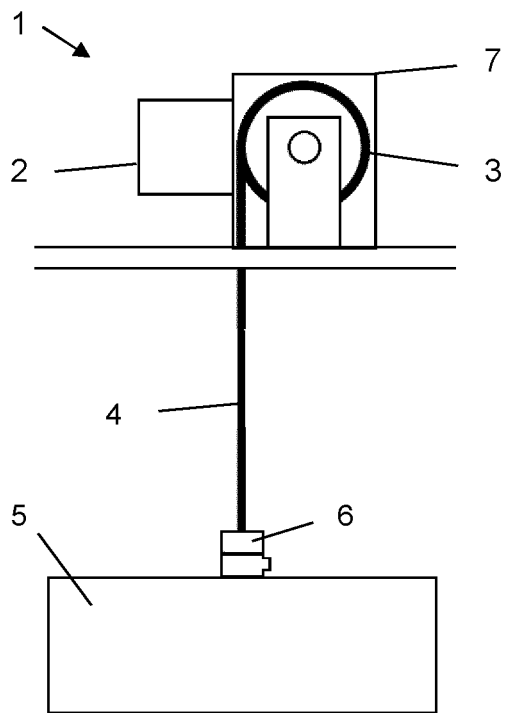
40

45

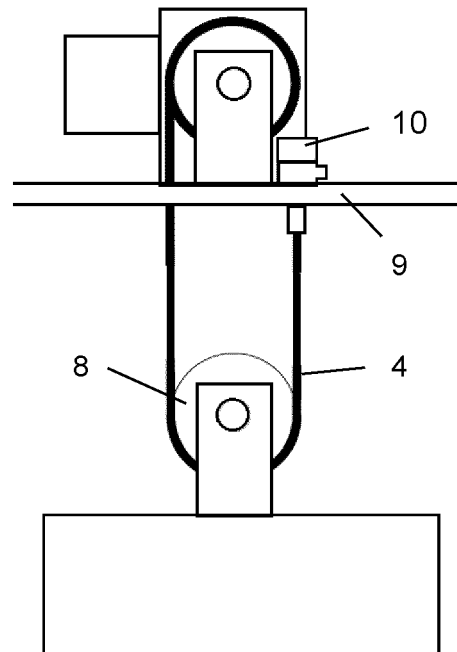
50

55

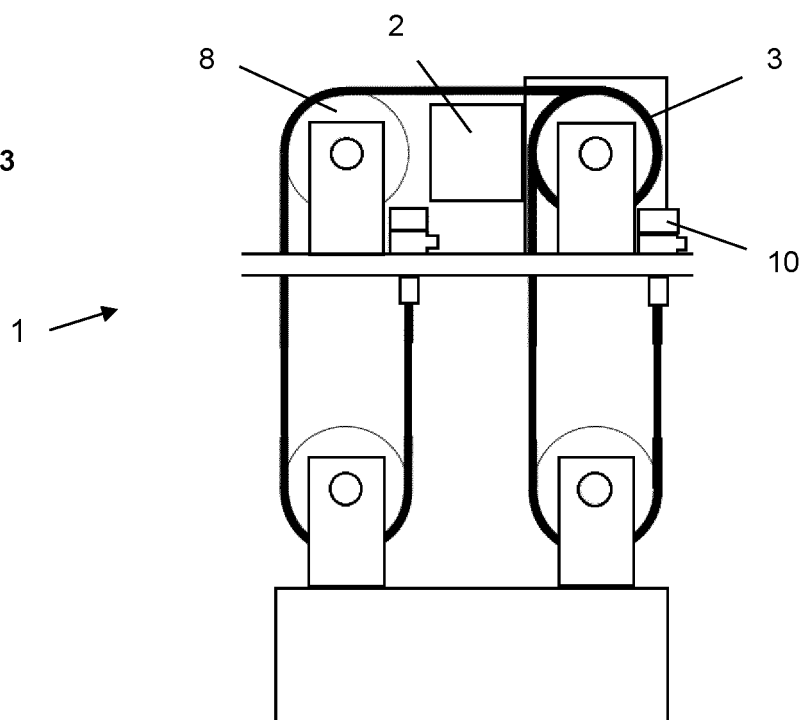
Figur 1



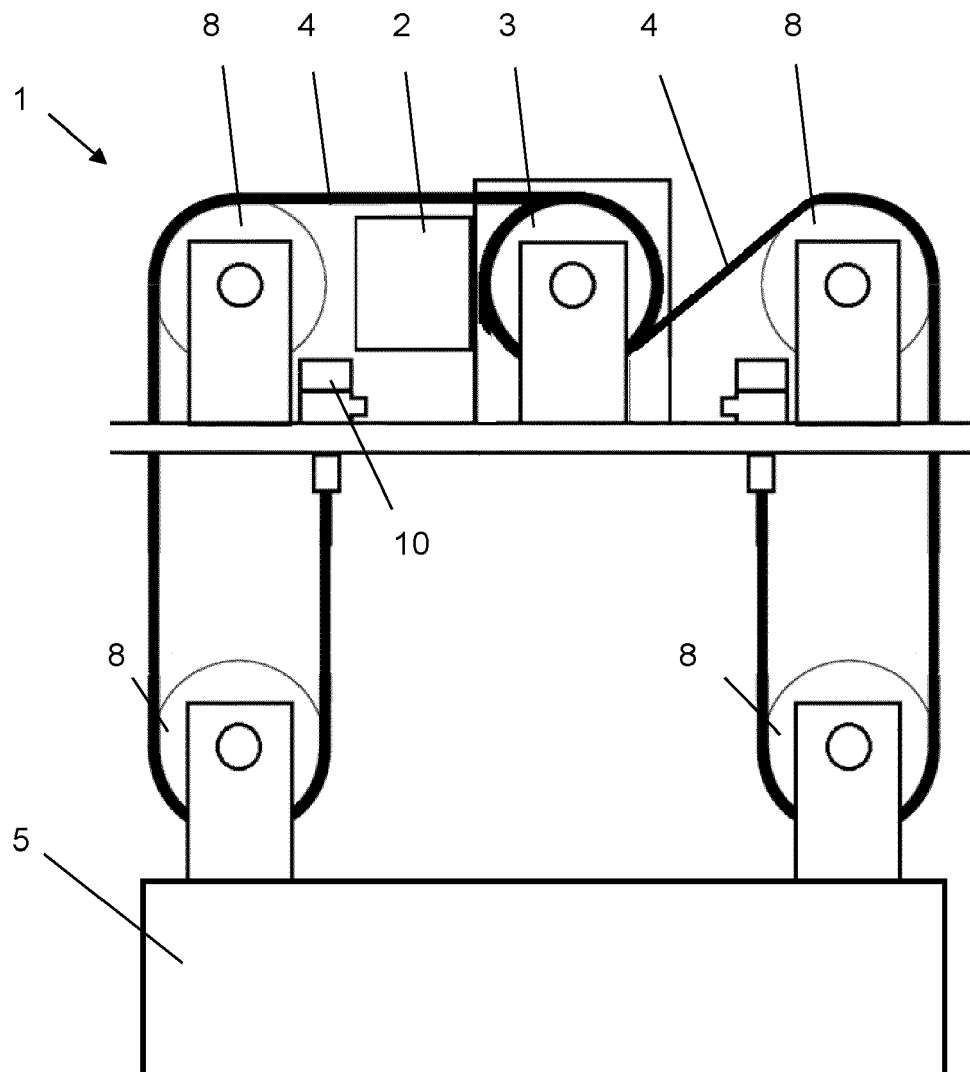
Figur 2



Figur 3



Figur 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 2661

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2004 063709 B3 (ABUS KRANSYSTEME GMBH & CO KG [DE]) 13. Juli 2006 (2006-07-13)	1,5-9, 11-15	INV. B66C13/16 B66D1/46 B66D1/54
Y	* Absätze [0003] - [0008], [0015], [0016]; Abbildungen 1, 2 *	2-4,10	
Y	WO 2022/162066 A1 (LIEBHERR WERK BIBERACH GMBH [DE]) 4. August 2022 (2022-08-04) * Seite 10, Absatz 3-5 *	2,3	
Y	EP 0 803 465 B1 (DEMAG CRANES & COMPONENTS GMBH [DE]) 16. März 2005 (2005-03-16) * Absatz [0009] *	4	
Y	CN 110 894 048 A (HITACHI INDUSTRY EQUIPMENT SYSTEMS CO LTD) 20. März 2020 (2020-03-20) * Abbildung 10 *	10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66C B66D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2024	Prüfer Güzel, Ahmet
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 24 15 2661

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102004063709 B3	13-07-2006	KEINE	

15	WO 2022162066 A1	04-08-2022	EP 4247746 A1	27-09-2023
			US 2023391588 A1	07-12-2023
			WO 2022162066 A1	04-08-2022

	EP 0803465 B1	16-03-2005	DE 19617105 A1	23-10-1997
20			EP 0803465 A2	29-10-1997
			JP H1082702 A	31-03-1998
			US 5859373 A	12-01-1999

	CN 110894048 A	20-03-2020	CN 110894048 A	20-03-2020
25			JP 7152226 B2	12-10-2022
			JP 2020040801 A	19-03-2020

30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1472175 B1 [0002]