

(19)



(11)

EP 4 389 679 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

16.04.2025 Patentblatt 2025/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B66C 15/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22216616.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B66C 15/00

(22) Anmeldetag: **23.12.2022**

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER ABLEGEREIFE EINES KUNSTSTOFFSEILS**

METHOD FOR DETERMINING THE DISCARD STATE OF A PLASTIC ROPE

PROCÉDÉ POUR DÉTERMINER LE MOMENT DE DÉPOSE D'UN CÂBLE EN MATIÈRE PLASTIQUE

(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**

• **VOGT, Thomas**

51647 Gummersbach (DE)

• **MENN, Wieland**

51647 Gummersbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG
mbB**

Körnerstrasse 27

58095 Hagen (DE)

(73) Patentinhaber: **Abus Kransysteme GmbH**

51647 Gummersbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 383 566

WO-A1-2005/040028

WO-A1-2016/040452

DE-A1- 102011 018 535

(72) Erfinder:

• **ISENBECK, Daniel**

58093 Hagen (DE)

EP 4 389 679 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Schädigungsgrades eines mit einem Lastaufnahmemittel verbundenen Kunststoffseils eines Hebezeuges zur Bestimmung der Ablegereife, wobei das Seil teilweise auf eine mit einem Antrieb verbundene Seiltrommel des Hebezeuges aufgewickelt ist, die eine Bremsenrichtung aufweist, nach dem Patentanspruch 1.

[0002] Seile spielen in der Förder- und Hebetechnik eine große Rolle. Insbesondere dort, wo die Seile sicherheitsrelevante Aufgaben übernehmen, beispielsweise bei Hebezeugen oder Seilbahnen, ist es erforderlich, den sich über die Betriebsdauer des Seils einstellenden Verschleiß festzustellen. Hierzu müssen Litzenschäden oder sonstige Erscheinungen, die auf ein mögliches Versagen des Seils hinweisen, frühzeitig erkannt werden.

[0003] Zur Untersuchung von Drahtseilen wurden verschiedene Verfahren entwickelt, die eine messtechnische Untersuchung und Beurteilung des Seilverschleißes ermöglichen. Dabei macht sich beispielsweise das Verfahren der magnetinduktiven Drahtprüfung die Eigenschaft zunutze, dass Inhomogenitäten eines Drahtseiles magnetische Streufelder erzeugen. Durch die Erfassung des Seilumfangs durch eine Messspule können Drahtbrüche, Korrosion und Beschädigungen des Seiles anhand von Diagrammen lokalisiert werden. Bei einem anderen Verfahren, der Durchstrahlungsprüfung, erfolgt die flächenmäßige Abbildung der Volumendichte des Seils in einer Ebene. Gammastrahlen eines radioaktiven Isotops durchdringen hierbei das Seil und treffen unterschiedlich geschwächt auf einen Röntgenfilm auf der Rückseite des Seils auf.

[0004] In letzter Zeit kommen zunehmend auch Kunststoffseile zum Einsatz. Diese Seile erweisen sich als äußerst robust und widerstandsfähig und weisen ein erheblich geringeres Gewicht auf. Bei Kunststoffseilen besteht jedoch die Problematik, dass die bei Stahldrahtseilen etablierten Untersuchungsmethoden zur Ermittlung der Ablegereife für Kunststoffseile nicht verwendbar sind. An dieser Stelle ist ein Verfahren erforderlich, die eine Untersuchung und Beurteilung des Seilverschleißes von Kunststoffseilen ermöglicht. DE 10 2011 018535 A1 offenbart einen Seilprüfstand, in dem ein Kunststoffseil geprüft wird, sowie ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0005] Hier setzt die vorliegende Erfindung an. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Ablegereife eines Kunststoffseils eines Hebezeuges bereitzustellen. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Es wurde gefunden, dass ein Kunststoffseil mit zunehmendem Verschleiß ein verändertes Schwingungsverhalten aufweist. Durch den Vergleich des Schwingungsverhaltens eines Seils mit dem Schwingungsverhalten eines Referenzseiles, insbesondere des gleichen Seils im Neuzustand, kann auf den Ver-

schleißzustand und somit auf die Ablegereife des Kunststoffseils geschlossen werden. Hierzu wird an das auf die Seiltrommel des Hebezeuges aufgewickelte Kunststoffseil eine definierte Last angehängt und diese Last über eine definierte Strecke angehoben oder abgesenkt, bis eine definierte von der Seiltrommel abgewickelte Seillänge erreicht ist. An dieser Position wird das Seil abgebremst, wodurch die mit dem Seil verbundene Last in Schwingung versetzt wird. Die hierdurch initiierte Massenschwingung wird über einen angeordneten Kraftsensor als Seilkraftmessung über die Zeit erfasst. Die so erhaltene Schwingungskurve wird anschließend mit einer zuvor bevorzugt mit dem gleichen Seil im Neuzustand mit demselben Verfahren ermittelten Referenzschwingungskurve verglichen. Auf der Grundlage von empirisch ermittelten Schwingungskurven von Seilen unterschiedlicher Verschleißkurven kann nun von dem Unterschied zwischen der gemessenen Schwingungskurve und der Referenzschwingungskurve die Ablegereife bestimmt werden.

[0007] In Weiterbildung der Erfindung wird die Referenzschwingungskurve und die jeweils erhaltene Schwingungskurve für den Vergleich in den Frequenzbereich transformiert. Hierdurch ist eine Analyse von Schwingungsbestandteilen ermöglicht. Bevorzugt erfolgt die Transformation mittels einer Fourier-Transformation. Hierdurch ist eine Zerlegung einer vorliegenden Schwingungsüberlagerung in ihre Einzelschwingungen ermöglicht. Frequenz und Amplitude jeder auftretenden Schwingung können so bestimmt werden. Rechnerisch erfolgt dies vorteilhaft durch eine Fast Fourier Transformation (FFT). Alternativ kann die Transformation auch mittels einer Laplacetransformation durchgeführt werden.

[0008] In Ausgestaltung der Erfindung werden die charakteristischen Eigenfrequenzen der erhaltenen Schwingungskurve mit den charakteristischen Eigenfrequenzen der Referenzschwingungskurve verglichen. Vorteilhaft wird die zuvor empirisch ermittelte Eigenfrequenz des Hebezeuges bzw. des Kransystems verwendet, um aus der transformierten Schwingungskurve die Eigenfrequenz des Seils zu ermitteln.

[0009] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Lastaufnahmemittel eine Unterflasche, wobei der Kraftsensor eine Kraftmesszelle ist, die bevorzugt am Lasthaken, am Seilfestpunkt, an der Unterflasche oder an der Seiltrommellagerung angeordnet ist. Hierdurch ist das Verfahren einfach am Einsatzort eines Hebezeuges durchführbar.

[0010] In Weiterbildung der Erfindung wird die erfasste Schwingungskurve in einer Schwingungskurvenhistorie abgespeichert und mit bereits hinterlegten Seilschwingungskurven verglichen. Hierdurch ist der Verschleißprozess eines Kunststoffseils über die Zeit abbildbar.

[0011] In Ausgestaltung der Erfindung werden mehrere Senk- und Hubvorgänge mit nachfolgender Abbremsung durchgeführt, wobei die jeweils initiierten Seilschwingungen über den Kraftsensor über die Zeit erfasst

und nachfolgend auf Basis der hierdurch erlangten Schwingungskurven gemittelte Kenngrößen mit entsprechenden Kenngrößen der hinterlegten Referenzschwingungskurven verglichen werden. Hierdurch ist die Genauigkeit der Untersuchung erhöht. Vorzugsweise werden als Kenngrößen die Eigenfrequenzen der Schwingungskurven verwendet.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Grad der Seilschädigung bzw. der Grad der Änderung des Verformungsverhaltens des Seils auf Basis der Änderung der charakteristischen Eigenfrequenz bewertet.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden die lokalen Maxima des Amplitudenspektrums der transformierten Schwingungskurve erfasst und mit hinterlegten lokalen Maxima einer transformierten Referenzschwingungskurve verglichen. Hierdurch sind markante Vergleichskenngrößen gebildet, die einfach vergleichbar sind.

[0014] Der Erfindung liegt die weiterhin die Aufgabe zu Grunde, ein Hebezeug bereitzustellen, mit dem eine Bestimmung der Ablegereife seines Kunststoffseils ermöglicht ist. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Hebezeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Dadurch, dass ein Kraftsensor angeordnet ist, der mit einer Steuer- und Auswerteeinheit verbunden ist, die mit einer Datenbank verbunden ist, in der wenigstens eine Referenzschwingungskurve für ein Kunststoffseil hinterlegt ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinheit zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche eingerichtet ist, ist eine Bestimmung der Ablegereife jederzeit vor Ort ermöglicht.

[0015] In Weiterbildung der Erfindung ist in der Steuer- und Auswerteeinheit eine Ablaufsteuerung hinterlegt, mittels der das Verfahren zumindest teilautomatisiert durchführbar ist. Hierdurch ist eine weitgehend automatische Bestimmung der Ablegereife des Kunststoffseils des Hebezeugs mit einer aufgenommenen definierten Last ermöglicht. Beispielsweise kann die Ablaufsteuerung in Form einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ausgeführt sein. Diese kann natürlich auch Bestandteil einer in der Steuer- und Auswerteeinheit aufgespielten Software sein.

[0016] In Ausgestaltung der Erfindung ist eine Wiegevorrichtung zur Erfassung einer aufgenommenen Last angeordnet, die mit der Steuer- und Auswerteeinheit verbunden ist. Hierdurch ist eine unmittelbare Ermittlung der aufgenommenen Last ermöglicht.

[0017] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Seiltrommel mit einem Drehsensor verbunden, über den eine abgewickelte Seillänge erfassbar ist und der mit der Steuer- und Auswerteeinheit verbunden ist. Hierdurch ist eine Erfassung der vor dem Bremsvorgang anliegenden Seillänge ermöglicht.

[0018] In Weiterbildung der Erfindung ist die Steuer- und Auswerteeinheit mit einem optischen und/oder akustischen Signalgeber verbunden und derart eingerichtet,

dass bei Erreichen eines definierten Bereichs für die Ablegereife über den Signalgeber ein Signal abgegeben wird. Hierdurch ist einem weiteren Betrieb des Hebezeugs mit ablegereifem Kunststoffseil entgegengewirkt. Bevorzugt ist die Steuer- und Auswerteeinheit derart eingerichtet, dass eine fortlaufende Signalgebung erfolgt, bis eine autorisierte Rücksetzung nach erfolgtem Wechsel des Kunststoffseils erfolgt.

[0019] Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ein Ausführungsbeispiel ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

- 15 Figur 1: die schematische Darstellung eines Hebezeugs mit einer von einem Lastaufnahmemittel eines Kunststoffseils aufgenommenen Last;
- Figur 2: die Darstellung des Hebezeugs aus Figur 1 ohne Gehäuse und Kranbrücke;
- Figur 3: die Darstellung einer über einen Kraftsensor des Hebezeugs aus Figur 1 über die Zeit gemessenen Seilkraft-Schwingungskurve (mittels Hochpassfilter gefiltert und Offsetkorrektur verschoben);
- Figur 4: die Darstellung der Schwingungskurve aus Figur 3 nach Fast-Fourier-Transformation (FFT);
- Figur 5: die Darstellung der Schwingungskurve aus Figur 3 über eine Referenzschwingungskurve gelegt;
- Figur 6: die Darstellung der Schwingungskurven aus Fig 5 nach Fast-Fourier-Transformation (FFT) und
- 35 Figur 7: die Einordnung der Peaks der Eigenschwingung eines Seils in Relation zur einem Referenzpeak (Seil im Neuzustand) und einem festgelegten Ablegereife-Peak.

[0020] Das als Ausführungsbeispiel gewählte Hebezeug 1 umfasst eine auf einer Kranbrücke 11 angeordnete Laufkatze 12. Die Laufkatze 12 umfasst eine mit einem Antrieb 13 verbundene Seiltrommel 14, auf die ein Kunststoffseil 2 aufgewickelt ist und die eine Bremsrichtung zur Abbremsung des Kunststoffseils 2 aufweist. Das freie Ende des Kunststoffseils 2 ist an einem Seilfestpunkt 15 fixiert. Über den Antrieb 13 kann das Kunststoffseil 2 auf die Seiltrommel 14 aufgewickelt oder von der Seiltrommel 14 abgewickelt werden. Das Kunststoffseil 2 nimmt ein Lastaufnahmemittel 3 in Form einer Unterflasche auf, die einen Lasthaken 31 aufweist. Der Lasthaken 31 nimmt eine Last 4 auf. Zwischen Lasthaken 31 und Last 4 ist ein Kraftsensor 32 in Form einer Kraftmessdose angeordnet. Die Laufkatze 12 weist weiterhin eine Steuer- und Auswertevorrichtung 5 auf, die mit dem Kraftsensor 32 verbunden ist. Die Steuer- und Auswertevorrichtung 5 ist zur Durchführung eines Verfahrens zur Bestimmung der Ablegereife eines Kunst-

stoffseils eingerichtet und umfasst hierzu eine Datenbank, in der Referenzschwingungskurven für Kunststoffseile im Neuzustand hinterlegt sind.

[0021] Bei dem als Ausführungsbeispiel gewählten Verfahren zur Bestimmung der Ablegereife eines mit einem Lastaufnahmemittel 3 verbundenen Kunststoffseils 2 des Hebezeugs 1 wird zunächst eine definierte Last 4 mit dem Lastaufnahmemittel 3 verbunden. Die Last wird durch Ansteuerung des Antriebs von einer unteren Hubposition bis zu einer vorgegebenen Seillänge (obere Hubposition) angehoben und an dieser definierten Position abgebremst, wodurch die Masse der Last 4 zur Schwingung angeregt wird. Zugleich wird auch das Hebezeug 1 (bzw. das Kransystem mit Laufkatze 12 und Kranbrücke 11) zur Schwingung angeregt.

[0022] Über den Kraftsensor 32 wird die über das Kunststoffseil 2 übertragene Kraft durch die Steuer- und Auswertevorrichtung 5 über die Zeit erfasst. Hierdurch ergibt sich eine über die Zeit abklingende Schwingungskurve (Seilkraft-Zeitfunktion), die zunächst über einen Offset auf die Ordinate verschoben und zur Beseitigung eventueller transients niederfrequenter Seilkraftanteile über einen Hochpassfilter gefiltert wird (vgl. Fig. 3). Die erfasste Schwingungskurve ist bei genauerer Betrachtung eine Schwingungsüberlagerungskurve, welche - neben an dieser Stelle vernachlässigten weiteren Eigenschwingungen von Nebensystemen wie Hallenboden o.ä. - die Eigenschwingung des Kunststoffseils 2 und die Eigenschwingung des Hebezeugs 1 (bzw. des Kransystems) umfasst.

[0023] Zur Differenzierung der einzelnen Schwingungsanteile wird die Schwingungskurve von der Steuer- und Auswertevorrichtung 5 mittels einer Fast-Fourier-Transformation vom Zeitbereich in den Frequenzbereich transformiert. Die überlagerte Gesamtschwingung wird hierdurch in ihre Einzelschwingungen zerlegt. In Figur 4 ist schematisch eine solche Fast-Fourier-Transformation der erfassten Schwingungskurve dargestellt. Über eine Auswertung der Peaks dieser transformierten Kurve wird der Peak der Eigenschwingung f_{EK} des Hebezeugs 1 (bzw. des Kransystems) und der Peak der Eigenschwingung f_{ES} des Kunststoffseils 2 identifiziert. Die Auswertung erfolgt anhand empirisch ermittelter Eigenschwingungsdaten des Hebezeugs 1 (bzw. des Kransystems), die hierzu in der Datenbank hinterlegt sind.

[0024] Nachfolgend wird die Fast-Fourier-Transformation der erfassten Schwingungskurve mit einer Fast-Fourier-Transformation einer in der Datenbank hinterlegten Referenzschwingungskurve verglichen. Im Ausführungsbeispiel ist die Referenzschwingungskurve eine durch das zuvor beschriebene Verfahren unter Verwendung des gleichen Kunststoffseils im Neuzustand (Referenzkunststoffseil) erhaltene Schwingungskurve. Es zeigt sich, dass sich der Peak f_{ES} der Eigenfrequenz des Kunststoffseils 2 mit zunehmendem Verschleiß nach links bewegt. Die Ablegereife wird nun danach beurteilt, wie groß der Abstand des Peaks $f_{ES,ist}$ der Eigenfre-

quenz des Kunststoffseils 2 zu dem Peak $f_{ES,Neu}$ der Eigenfrequenz des Referenzkunststoffseils ist.

[0025] Als Bewertungsmaßstab kann auf Basis empirischer Messungen mit Kunststoffseilen mit unterschiedlichem Verschleißgrad ein kritischer Ablegebereich definiert werden. Vor diesem Hintergrund wird eine Position des Peaks $f_{ES,AR}$ festgelegt (vgl. Figur 6). Aus dem Abstand eines ermittelten Peaks $f_{ES,ist}$ zu diesem Ablegereife-Peak $f_{ES,AR}$ kann dann auf die Restlebensdauer des Kunststoffseils geschlossen werden (vgl. Figur 7).

[0026] Durch den Aufbau einer Kunststoffseil-Schwingungsdatenbank, in der jeweils durch das Verfahren erhaltene Schwingungskurven und deren Fast-Fourier-Transformation abgelegt werden, kann der kritische Ablegebereich optimiert werden. Die Kunststoffseil-Schwingungsdatenbank kann darüber hinaus auch Schwingungskurven und deren Fast-Fourier-Transformation für unterschiedliche Seillängen und/oder aufgenommener Lasten umfassen. Die Beurteilung der Ablegereife kann entweder durch einen Bediener oder durch die Steuer- und Auswertevorrichtung mittels eines Abgleichs mit einem in der Datenbank hinterlegten Peak-Grenzabstand oder Peak-Grenzabstandsbereich erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Schädigungsgrades eines mit einem Lastaufnahmemittel verbundenen Kunststoffseils (2) eines Hebezeuges (1) zur Bestimmung der Ablegereife, wobei das Kunststoffseil (2) teilweise auf eine mit einem Antrieb (13) verbundene Seiltrommel (14) des Hebezeuges (1) aufgewickelt ist, die eine Bremseinrichtung aufweist, umfassend die nachfolgenden Verfahrensschritte:

- Aufnahme einer definierten Last (4) durch das Lastaufnahmemittel;

- Anheben oder Absenken der Last (4) durch Ansteuerung des Antriebs (13) bis eine definierte von der Seiltrommel (14) abgewickelte Seillänge erreicht ist; **gekennzeichnet durch** folgenden Verfahrensschritte:

- Durchführung einer definierten Abbremsung durch die Bremseinrichtung an der definierten Seillänge;

- Erfassung der hierdurch initiierten Massenschwingung über einen angeordneten Kraftsensor (32) als Seilkraftmessung über die Zeit;

- Vergleich der hierdurch erlangten Schwingungskurve mit einer hinterlegten Referenzschwingungskurve.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzschwingungskurve

und die jeweils erhaltene Schwingungskurve für den Vergleich in den Frequenzbereich transformiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die charakteristischen Eigenfrequenzen der erhaltenen Schwingungskurve mit den charakteristischen Eigenfrequenzen der Referenzschwingungskurve verglichen werden. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zuvor empirisch ermittelte Eigenfrequenz des Hebezeugs (1) bzw. des Kransystems verwendet wird, um aus der transformierten Schwingungskurve die Eigenfrequenz des Seils zu ermitteln. 10
5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lastaufnahmemittel (3) eine Unterflasche ist, wobei der Kraftsensor (31) eine Kraftmesszelle ist, die bevorzugt am Lasthaken (31), am Seilfestpunkt (15), an der Unterflasche oder an der Seiltrommellagerung angeordnet ist. 20
6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erfasste Schwingungskurve in einer Schwingungskurvenhistorie abgespeichert wird und mit bereits hinterlegten Schwingungskurven verglichen wird. 25
7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Senk- und Hubvorgänge mit nachfolgender Abbremsung durchgeführt werden, wobei die jeweils initiierten Seilschwingungen über den Kraftsensor (32) über die Zeit erfasst und nachfolgend auf Basis der hierdurch erlangten Schwingungskurven gemittelte Kenngrößen mit entsprechenden Kenngrößen der hinterlegten Referenzschwingungskurven verglichen werden. 30
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kenngrößen die Eigenfrequenzen der Schwingungskurven verwendet werden. 35
9. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grad der Seilschädigung bzw. der Grad der Änderung des Verformungsverhaltens des Seils auf Basis der Änderung der charakteristischen Eigenfrequenz des Seils bewertet wird. 40
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Maxima des Amplitudenspektrums der transformierten Schwingungskurve erfasst und mit hinterlegten lokalen Maxima einer transformierten Referenzschwingungskurve verglichen wird. 45

11. Hebezeug, umfassend eine mit einem Antrieb (13) verbundene Seiltrommel, auf die ein Kunststoffseil (2) aufgewickelt ist und die eine Bremsseinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kraftsensor (32) angeordnet ist, der mit einer Steuer- und Auswerteeinheit (5) verbunden ist, die mit einer Datenbank verbunden ist, in der wenigstens eine Referenzschwingungskurve für ein Kunststoffseil hinterlegt ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinheit (5) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche eingerichtet ist. 5
12. Hebezeug nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuer- und Auswerteeinheit (5) eine Ablaufsteuerung hinterlegt ist, mittels der das Verfahren automatisiert durchführbar ist. 10
13. Hebezeug nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wiegevorrichtung zur Erfassung einer aufgenommenen Last (4) angeordnet ist, die mit der Steuer- und Auswerteeinheit (5) verbunden ist. 15
14. Hebezeug nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seiltrommel (14) mit einem Drehsensor verbunden ist, über den eine abgewinkelte Seillänge erfassbar ist und der mit der Steuer- und Auswerteeinheit (5) verbunden ist. 20
15. Hebezeug nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Auswerteeinheit (5) mit einem optischen und/oder akustischen Signalgeber verbunden ist und derart eingerichtet ist, dass bei Erreichen eines definierten Bereichs für die Ablegereife über den Signalgeber ein Signal abgegeben wird. 25

Claims

1. Method for determining the degree of damage of a plastic rope (2) of a hoist (1) connected to a load-carrying means in order to determine the discard state, wherein the plastic rope (2) is partially wound onto a rope drum (14) of the hoist (1) connected to a drive (13), which has a braking device comprising the following method steps: 30
 - picking up a defined load (4) by the load-carrying means;
 - raising or lowering the load (4) by activating the drive (13) until a defined rope length unwound from the rope drum (14) is reached;
- characterised in** the following method steps: 35
 - performing a defined braking action by the

- braking device at the defined rope length;
 - detecting the mass oscillation initiated thereby via an arranged force sensor (32) as a rope force measurement over time;
 - comparison of the oscillation curve obtained in this manner with a stored reference oscillation curve.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the reference oscillation curve and the oscillation curve respectively obtained is transformed into the frequency range for the comparison.
 3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the characteristic natural frequencies of the oscillation curve obtained are compared with the characteristic natural frequencies of the reference oscillation curve.
 4. Method according to claim 3, **characterised in that** the previously empirically determined natural frequency of the hoist (1) or the crane system is used to determine the natural frequency of the rope from the transformed oscillation curve.
 5. Method according to one of the previous claims, **characterised in that** the load-carrying means (3) is a hook block, wherein the force sensor (31) is a load cell, which is preferably arranged on the load hook (31), on the rope anchor point (15), on the hook block or on the rope drum bearing.
 6. Method according to one of the previous claims, **characterised in that** the recorded oscillation curve is stored in an oscillation curve history and is compared with oscillation curves already stored.
 7. Method according to one of the previous claims, **characterised in that** several lowering and lifting processes are carried out with a subsequent braking action, wherein the respectively initiated rope oscillations are recorded over time via the force sensor (32) and subsequently, on the basis of the oscillation curves obtained in this manner, averaged parameters are compared with corresponding parameters of the stored reference oscillation curves.
 8. Method according to claim 7, **characterised in that** the natural frequencies of the oscillation curves are used as parameters.
 9. Method according to one of the previous claims, **characterised in that** the degree of damage to the rope or the degree of change in the deformation behaviour of the rope is evaluated on the basis of the change in the characteristic natural frequency of the rope.
 10. Method according to claim 9, **characterised in that** the local maxima of the amplitude spectrum of the transformed oscillation curve are recorded and compared with stored local maxima of a transformed reference oscillation curve.
 11. Hoist comprising a rope drum connected to a drive (13), on which a plastic rope (2) is wound and which has a braking device, **characterised in that** a force sensor (32) is arranged, which is connected to a control and evaluation unit (5), which is connected to a database, in which at least one reference oscillation curve for a plastic rope is stored, wherein the control and evaluation unit (5) is set up to perform a method according to one of the previous claims.
 12. Hoist according to claim 11, **characterised in that** the control and evaluation unit (5) contains a sequence control, by means of which the method can be carried out automatically.
 13. Hoist according to claim 11 or 12, **characterised in that** a weighing device for detecting a picked up load (4) is arranged, which is connected to the control and evaluation unit (5).
 14. Hoist according to one of claims 11 to 13, **characterised in that** the rope drum (14) is connected to a rotation sensor, via which an unwound rope length can be detected and which is connected to the control and evaluation unit (5).
 15. Hoist according to one of claims 11 to 14, **characterised in that** the control and evaluation unit (5) is connected to an optical and/or acoustic signal transmitter and is set up in such a manner that when a defined range for the discard state is reached, a signal is emitted via the signal transmitter.

Revendications

1. Procédé pour déterminer le degré d'endommagement d'un câble en matière plastique (2) d'un engin de levage (1) relié à un dispositif de levage afin de définir le moment de dépose, sachant que le câble en matière plastique (2) est partiellement enroulé sur un tambour à câble (14) de l'engin de levage (1) relié à un entraînement (13) qui présente un dispositif de freinage, comprenant les étapes de procédé suivantes :
 - Préhension d'une charge définie (4) par le dispositif de levage ;
 - Levage ou abaissement de la charge (4) par commande de l'entraînement (13) jusqu'à ce qu'une longueur de câble définie déroulée du tambour à câble (14) soit atteinte ; **caractérisé**

par les étapes de procédé suivantes :

- Exécution d'un freinage défini par le dispositif de freinage à la longueur de câble définie ;
 - Détection de l'oscillation de masse initiée par ce freinage via un capteur de charge (32) en place sous forme de mesure de la force de câble sur la durée ;
 - Comparaison de la courbe d'oscillation ainsi obtenue avec une courbe d'oscillation de référence enregistrée.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la courbe d'oscillation de référence et la courbe d'oscillation respectivement obtenue sont transformées dans la plage de fréquence pour effectuer la comparaison.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les fréquences propres caractéristiques de la courbe d'oscillation obtenue sont comparées aux fréquences propres caractéristiques de la courbe d'oscillation de référence.
 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la fréquence propre de l'engin de levage (1) ou du système de grue préalablement déterminée de manière empirique est utilisée pour déterminer la fréquence propre du câble à partir de la courbe d'oscillation transformée.
 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de levage (3) est un moufle inférieur, sachant que le capteur de charge (31) est une cellule dynamométrique de préférence disposée sur le crochet de levage (31), le point fixe de câble (15), le moufle inférieur ou le palier du tambour à câble.
 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la courbe d'oscillation détectée est enregistrée dans un historique de courbes d'oscillation et comparée avec des courbes d'oscillation déjà enregistrées.
 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs descentes et levages suivis d'un freinage sont effectués, sachant que les oscillations de câble respectivement initiées sont détectées dans le temps via le capteur de charge (32), puis que, sur la base des courbes d'oscillation ainsi obtenues, des grandeurs caractéristiques pondérées sont comparées avec des grandeurs caractéristiques correspondantes des courbes d'oscillation de référence enregistrées.
 8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce**

que les fréquences propres des courbes d'oscillation sont utilisées comme grandeurs caractéristiques.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le degré d'endommagement du câble ou le degré de modification du comportement de déformation du câble est évalué sur la base de la modification de la fréquence propre caractéristique du câble.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les maximums locaux du spectre d'amplitude de la courbe d'oscillation transformée sont détectés et comparés avec des maximums locaux enregistrés d'une courbe d'oscillation de référence transformée.
11. Engin de levage comprenant un tambour à câble relié à un entraînement (13) sur lequel un câble en matière plastique (2) est enroulé et présentant un dispositif de freinage, **caractérisé en ce qu'un** capteur de force (32) relié à une unité de commande et d'évaluation (5), elle-même connectée à une base de données dans laquelle au moins une courbe d'oscillation de référence pour un câble en matière plastique est enregistrée, est en place, sachant que l'unité de commande et d'évaluation (5) est équipée pour exécuter une procédure selon l'une quelconque des revendications précédentes.
12. Engin de levage selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'une** commande à séquences au moyen de laquelle le procédé peut être exécuté de manière automatisée est enregistrée dans l'unité de commande et d'évaluation (5).
13. Engin de levage selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de pesage pour la détection d'une charge (4) relié à l'unité de commande et d'évaluation (5) est en place.
14. Engin de levage selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** le tambour à câble (14) est relié à un capteur rotatif, lui-même relié à l'unité de commande et d'évaluation (5) et via lequel une longueur de câble déroulée peut être détectée.
15. Engin de levage selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** l'unité de commande et d'évaluation (5) est reliée à un transmetteur de signal optique et/ou acoustique et réglée de telle manière que lorsqu'une plage définie pour le moment de dépose est atteinte, un signal est émis par le biais du transmetteur de signal.

Fig. 1

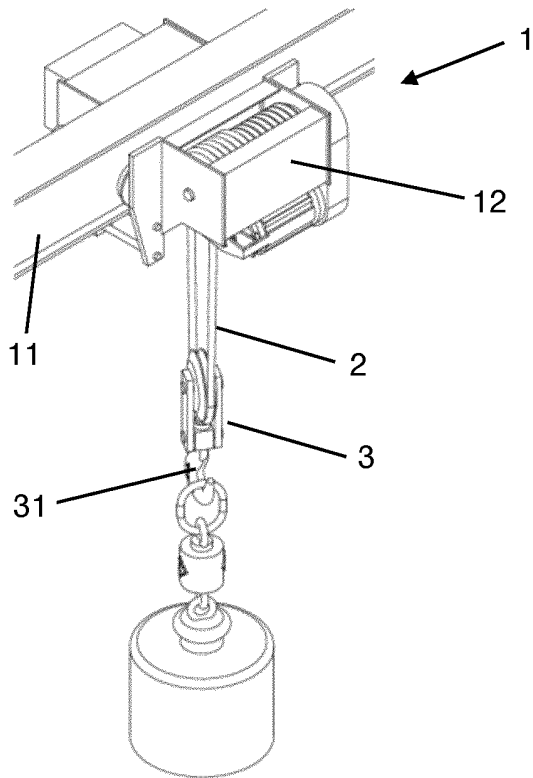


Fig. 2

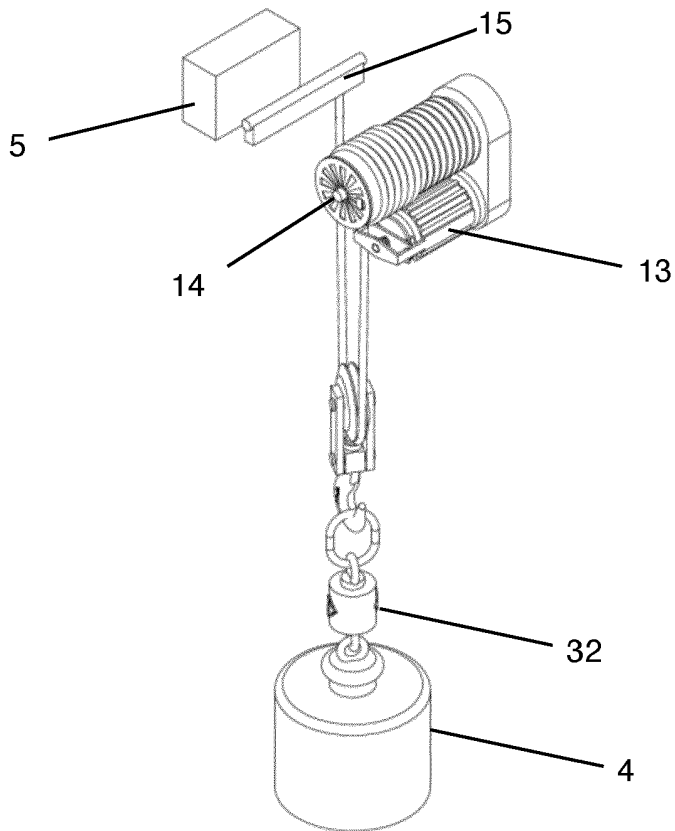


Fig. 3



Fig. 4

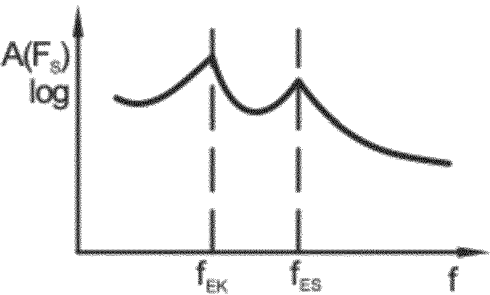


Fig. 5

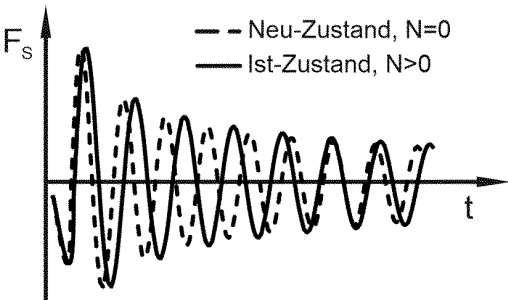


Fig. 6

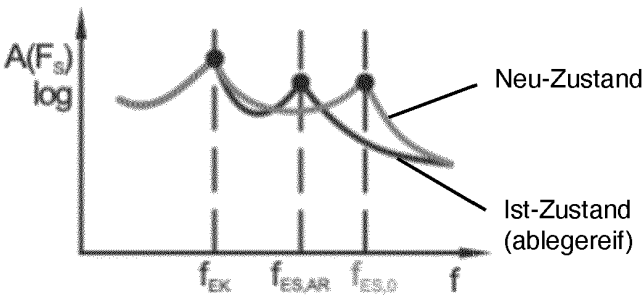
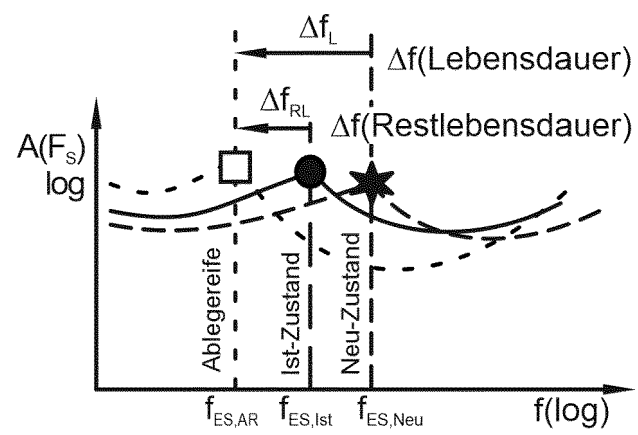


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011018535 A1 **[0004]**