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

(11) **EP 2 298 688 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.2014 Patentblatt 2014/41

(51) Int Cl.:
B66C 15/06 *(2006.01)* ***B66C 23/90*** *(2006.01)*
B66C 13/16 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10008610.7**

(22) Anmeldetag: **18.08.2010**

(54) **System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten**

System for automatic creation of load cycles of a machine for turning loads

Système de détection automatique de cycles de charges d'une machine destinée à envelopper des charges

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **16.09.2009 DE 102009041661**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Werk Nenzing GmbH**
6710 Nenzing (AT)

(72) Erfinder:
- **Schneider, Klaus**
  88145 Hergatz (DE)
- **Sonderegger, Jürgen**
  6800 Feldkirch (AT)
- **Amann, Martin**
  6820 Frastanz (AT)
- **Schneller, Mathias**
  6700 Bludenz (AT)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 150 019 **EP-A2- 1 103 511**

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).

EP 2 298 688 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten, wobei die Maschine eine Hubvorrichtung zum Anheben der Last und eine Transportvorrichtung zum horizontalen Bewegen der Last umfaßt. Bei der Transportvorrichtung kann es sich dabei insbesondere um das Drehwerk und/oder das Wippwerk des Kranes handeln.

[0002] Das System umfaßt dabei eine Lastwechselerfassung zum automatischen Erfassen eines Lastwechsel zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale einer Hubkraft-Messvorrichtung, eine Lastpositionserfassung, welche die Position der Last zumindest in einer horizontalen Richtung erfaßt, und eine Lastzykluserfassung zum automatischen Erfassen eine Lastzyklus, wobei die Lastzykluserfassung zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Lastwechselerfassung und der Lastpositionserfassung erfolgt.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind dabei Systeme zur Erfassung der Lastzyklen von Umschlagkranen bekannt, bei welchen der Start und das Ende eines Zyklus bei dem Über- beziehungsweise Unterschreiten einer fixen Lastschwelle über einem tarierten Gewicht des Lastaufnahmemittels erfaßt wird. Weiterhin muß der Kranfahrer eine Triggerschwelle eingeben, bei deren Überfahren die Lastmasse erfaßt und als Lastgewicht des Lastzyklus definiert wird. Als Triggerschwelle wird dabei ein Drehwinkel des Kranes eingesetzt.

[0004] Die bekannten Systeme weisen dabei eine Vielzahl von Problemen auf, welche insbesondere in der Notwendigkeit einer manuellen Interaktion durch den Kranfahrer begründet liegen. So wird die Triggerschwelle beziehungsweise der Drehwinkel oft nicht oder an einer falschen Position gesetzt, so daß keine oder eine verfälschte Aufzeichnung erfolgt. Zudem werden für die Ermittlung des Startpunkts und des Stoppunkts des Zyklus sehr hohe Lastschwellen eingesetzt, um eine Fehlerfassung von Lastzyklen zu vermeiden. Da das Gewicht der Nutzlast jedoch oft deutlich geringer ist, als das Gewicht des Lastaufnahmemittels und der Anschlagmittel und um Größenordnung kleiner als die Maximallast, kann eine zuverlässige Erfassung von Lastzyklen so nicht gewährleistet werden. Zudem muß das Meßsystem sehr genau ausgelegt werden.

[0005] Weitere Probleme ergeben sich durch die manuelle Tarierung des Gewichtes von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel, welche gerade bei dem Wechsel des Lastaufnahmemittels eine häufige Fehlerquelle darstellt.

[0006] Aus der DE 60100577T2 ist bereits eine Umschlagmaschine bekannt, bei der die Zahl der Hübe erfasst wird.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten zur Verfügung zu stellen, welches mit weniger und nach Möglichkeit ohne jede manuelle Interaktion auskommt und dennoch mit großer Zuverlässigkeit Lastzyklen und/oder das Gewicht des Lastaufnahmemittels erkennt.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein System gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0009] Die vorliegende Erfindung umfaßt dabei ein System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten, wobei die Maschine eine Hubvorrichtung zum Anheben der Last und eine Transportvorrichtung zum horizontalen Bewegen der Last umfaßt.

[0010] Das erfindungsgemäße System kann z. B. bei einem Kran eingesetzt werden. Bei der Hubvorrichtung kann es sich dann z. B. um das Hubwerk des Kranes, bei der Transportvorrichtung z. B. um das Drehwerk und/oder das Wippwerk des Kranes handeln. Durch Bewegen des Hubwerkes kann die am Kranseil hängende Last angehoben und abgesenkt werden. Durch Drehen und/oder Auf- und Abwippen des Auslegers des Kranes kann die Last in zumindest einer horizontalen Richtung bewegt werden.

[0011] Das erfindungsgemäße System kann jedoch nicht nur bei einem Kran, sondern auch bei anderen Umschlagmaschinen eingesetzt werden, insbesondere bei Baumaschinen, Transportgeräten, Fuhrförderfahrzeugen, Reachstackern und/oder Radladern. Alle diese Geräte weisen eine Hubvorrichtung auf, über welche ein Last angehoben und wieder abgesenkt werden kann, sowie eine Transportvorrichtung zum horizontalen Bewegen der Last.

[0012] Das erfindungsgemäße System umfaßt dabei eine Lastwechselerfassung zum automatischen Erfassen eines Lastwechsels zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale einer Hubkraft-Messvorrichtung, einer Lastpositionserfassung, welche die Position der Last zumindest in horizontaler Richtung erfaßt, und eine Lastzykluserfassung zum automatischen Erfassen eines Lastzyklus, wobei die Lastzykluserfassung zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Lastwechselerfassung und der Lastpositionserfassung erfolgt. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, daß die Lastzykluserfassung die Position der Last als Lastaufnahmepunkt erfaßt, wenn ein positiver Lastwechsel erkannt wurde. Ein solcher positiver Lastwechsel wird dann auf Grundlage einer Abfrage, ob die Last eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt wurde, als Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet.

[0013] Das erfindungsgemäße System erfasst dabei vorteilhafterweise einen positiven Lastwechsel nur dann als den Beginn eines neuen Lastzyklus, wenn die Last nach Erfassen des positiven Lastwechsel eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt wurde. Hierdurch wird vermieden, daß beim mehrmaligen Anheben und Absenken der Last am Lastaufnahmepunkt, welche zum Beispiel zum besseren Positionieren einer Lastaufnahmevorrichtung erfolgen kann, jedes Mal ein neuer Lastzyklus erfaßt wird. Hierdurch wird das erfindungsgemäße System deutlich sicherer hinsichtlich der Erfassung der Lastzyklen. Weiter-

hin ist es nicht mehr notwendig, manuell eine Triggerschwelle vorzugeben. Vielmehr ist durch den Vergleich der aktuellen Position der Last mit dem gespeicherten Lastaufnahmepunkt und der Abfrage, ob die Last eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt wurde, ein sicheres Kriterium zum sicheren Erkennen eines neuen Lastzykluses.

[0014] Die Triggerschwelle zum bestätigen eines Lastzyklus wird damit in der vorliegenden Erfindung automatisch und in Abhängigkeit von dem jeweiligen Lastaufnahmepunkt erzeugt. Die vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt kann dabei zum Beispiel eine feste Distanz sein, um welche die Last vom Lastaufnahmepunkt wegbewegt wurde. Zum Beispiel kann es sich dabei um eine Distanz von drei Metern handeln. Insbesondere sollte die Distanz dabei größer sein als der üblicherweise zum genauen Positionieren der Last eingesetzte Rangierweg.

[0015] Die Lastpositionserfassung kann dabei die Position der Last zum Beispiel anhand der Maschinenkoordinaten bestimmen, bei einem Kran zum Beispiel anhand des Drehwinkels und des Wippwinkels des Auslegers. Die Position und/oder Bewegung der Last bzw. des Lastaufnahmemittels wird dabei vorteilhafterweise über die Position und/oder Geschwindigkeit der Auslegerspitze bestimmt. Insbesondere entspricht dabei die Position und/oder Bewegung der Last bzw. des Lastaufnahmemittels (welche nur in horizontaler Richtung benötigt wird) der Position und/oder Geschwindigkeit der Auslegerspitze.

[0016] Das erfindungsgemäße System weist weiterhin vorteilhafterweise eine Lastgeschwindigkeitserfassung auf, welche die Geschwindigkeit der Last zumindest in horizontaler Richtung erfaßt, wobei die Lastzykluserfassung weiterhin auf Grundlage der Ausgangssignale der Lastgeschwindigkeitserfassung erfolgt. Die Lastgeschwindigkeitserfassung kann dabei vorteilhafter wiederum auf Grundlage von Maschinenkoordinaten erfolgen, insbesondere auf Grundlage des Drehwinkels und/oder des Wippwinkels bzw. der Drehgeschwindigkeit und der Wippgeschwindigkeit des Kranes. Durch die Verwendung der Lastgeschwindigkeit zur Erfassung eines Lastzyklus wird das Erkennen eines Lastzyklus noch weiter verbessert. Insbesondere kann dadurch verhindert werden, daß bei aufgrund der Dynamik des Lastsystems auftretenden Schwankungen im Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung fälschlicherweise ein neuer Lastzyklus erkannt wird.

[0017] Vorteilhafterweise wertet die Lastzykluserfassung dabei einen positiven Lastwechsel auf Grundlage einer Abfrage, ob die Lastgeschwindigkeit während des positiven Lastwechsels einen vorbestimmten Wert nicht überschritten hat, als Beginn eines neuen Lastzyklus. Vorteilhafterweise wird dabei ein positiver Lastwechsel nur dann als Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet, wenn die Lastgeschwindigkeit während des positiven Lastwechsels den vorbestimmten Wert nicht überschreitet.

[0018] Starke Schwankungen in den Ausgangssignalen der Hubkraft-Messvorrichtung können dabei zum Beispiel durch Schwingungen der Last während der horizontalen Bewegung der Last auftreten. Solche Schwankungen werden durch das erfindungsgemäße System jedoch nicht als Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet, da die Geschwindigkeit der Last in horizontaler Richtung zum Zeitpunkt dieser Lastschwankung den vorbestimmten Wert üblicherweise überschreitet. Zu Beginn eines echten Lastzyklus wird das Lastaufnahmemittel dagegen üblicherweise nicht oder nur kaum in horizontaler Richtung bewegt, da es gegenüber der Last ausgerichtet werden muß. Die Lastgeschwindigkeit bietet damit ein gutes Kriterium, um Lastwechsel, welche nicht den Beginn eines neuen Lastzyklus entsprechen, auszusortieren.

[0019] Weiterhin vorteilhafterweise ist bei dem erfindungsgemäßen System vorgesehen, daß die Lastzykluserfassung das Ende eines aktiven Lastzyklus auf Grundlage einer Abfrage, ob ein negativer Lastwechsel erfolgt, bestimmt. Vorteilhafterweise wertet das erfindungsgemäße System einen negativen Lastwechsel nur dann als Ende eines aktiven Lastzyklus, wenn daraufhin der Beginn eines neuen Lastzyklus erkannt wird. Folgt dagegen auf einen negativen Lastwechsel ein positiver Lastwechsel, welcher nicht als Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet wird, weil die Lastgeschwindigkeit während des positiven Lastwechsel einen vorbestimmten Wert überschreitet, wird der negative Lastwechsel ebenfalls nicht als Ende eines aktiven Lastzyklus gewertet.

[0020] Hierdurch kann verhindert werden, daß Lastschwankungen während der Bewegung der Last fälschlicherweise als das Ende eines aktiven Lastzyklus gewertet werden. Da es jedoch durchaus möglich ist, daß das Lastaufnahmemittel während des Abladens der Last noch bewegt wird, zum Beispiel wenn ein Schüttgut mittels eines Greifers über eine gewisse Strecke verteilt wird, ist für einen negativen Lastwechsel kein Kriterium hinsichtlich der Geschwindigkeit der Last vorgesehen. Ob ein negativer Lastwechsel als Ende eines aktiven Lastzyklus gewertet wird, hängt damit allein davon ab, wie der darauf folgende positive Lastwechsel gewertet wird.

[0021] Im erfindungsgemäßen System ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Lastzykluserfassung auf Grundlage eines diskreten Zustandsautomaten erfolgt. Ein solcher diskreter Zustandsautomat ermöglicht eine einfache Umsetzung der erfindungsgemäßen Lastzykluserfassung.

[0022] Vorteilhafterweise weist der erfindungsgemäße diskrete Zustandsautomat dabei mindestens folgende Zustände auf: Keine Last, positiver Lastwechsel erkannt, aktiver Lastzyklus bestätigt. Der Zustandsautomat befindet sich dabei zunächst im Zustand keine Last. In diesem Zustand wird das von der Hubkraft-Messvorrichtung erzeugte Messsignal zur Bestimmung der Masse des Lastaufnahmemittels herangezogen. Wird nun ein positiver Lastwechsel erkannt, so schaltet das System in den Zustand positiver Lastwechsel erkannt. Gleichzeitig wird

die Position der Last beim positiven Lastwechsel als Lastaufnahmepunkt gespeichert. Wurde die Last nun nach dem positiven Lastwechsel um eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt, so schaltet der Zustandsautomat in den Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt. Damit wird der Beginn eines neuen Lastzyklus erkannt. Im Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt wird nun zum Beispiel die Masse auf Grundlage der Signale der Hubkraft-Messvorrichtung bestimmt.

[0023] Befindet sich der Zustandsautomat dagegen im Zustand positiver Lastwechsel erkannt und folgt ein negativer Lastwechsel, so wechselt der Zustandsautomat wieder zurück in den Zustand keine Last, ohne daß ein aktiver Lastzyklus erfaßt würde. Befindet sich der Zustandsautomat dagegen im Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt und erfolgt ein negativer Lastwechsel, so schaltet der Zustandsautomat in den Zustand keine Last, wodurch das Ende des aktiven Lastzyklus erfaßt wird. Dabei werden die Daten zu dem beendeten Lastzyklus vorteilhafterweise in einer Speichereinheit wie z.B. einer Datenbank abgespeichert.

[0024] Wird zudem abgefragt, ob die Lastgeschwindigkeit beim Erkennen eines positiven Lastwechsels unter einem vorbestimmten Wert liegt, so wird der Zustandsautomat wie folgt modifiziert: Der Zustandsautomat schaltet vom Zustand keine Last in den Zustand positiver Lastwechsel erkannt, wenn ein positiver Lastwechsel erfolgt und die Geschwindigkeit unterhalb des vorbestimmen Wertes liegt. Erfolgt dagegen ein positiver Lastwechsel bei einer Lastgeschwindigkeit, welche oberhalb des vorbestimmen Wertes liegt, so schaltet der Automat vom Zustand keine Last direkt in den Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt. Erfolgt nun im Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt ein negativer Lastwechsel, so schaltet der Zustandsautomat in den Zustand keine Last. Dies wird jedoch nur dann als Ende eines aktiven Lastzyklus gewertet, wenn der Zustandsautomat daraufhin in den Zustand positiver Lastwechsel erkannt schaltet. Schaltet der Zustandsautomat dagegen direkt in den Zustand aktiver Lastzyklus bestätigt, so wird von einem fortdauernden aktiven Lastzyklus ausgegangen. Zur Bewertung, wann der Anfang und wann das Ende eines aktiven Lastzyklus vorliegt, kann dabei zum Beispiel eine übergeordnete Auswahl-Logik eingesetzt werden.

[0025] Bei dem erfindungsgemäßen System ist weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Lastzykluserfassung das Lastgewicht auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung erfaßt, insbesondere durch eine Mittelwertbildung über den aktiven Lastzyklus oder einen Teilbereich des aktiven Lastzyklus. Die Automatische Lastzykluserkennung wird damit dazu herangezogen, das Lastgewicht für jeden aktiven Lastzyklus zu bestimmen.

[0026] Das erfindungsgemäße System umfaßt weiterhin vorteilhafterweise eine Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit, welche automatisch das Gewicht des Lastaufnahmemittels erfaßt. Hierdurch kann eine manuelle Tarierung des Systems entfallen. Die automatische Erfassung des Gewichts des Lastaufnahmemittels erfolgt dabei vorteilhafterweise auf Grundlage des diskreten Zustandsautomaten. Wird ein Zustandsautomat eingesetzt, wie er oben beschrieben wurde, so erfolgt die Bestimmung des Gewichts des Lastaufnahmemittels vorteilhafterweise im Zustand keine Last.

[0027] Das Gewicht des Lastaufnahmemittels wird dabei vorteilhafterweise durch eine Mittelwertbildung gebildet, wobei Phasen, in welchen das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung unter einen gewissen Grenzwert unter das bisher festgestellten Gewicht des Lastaufnahmemittels fällt, nicht berücksichtig werden. Hierdurch kann verhindert werden, dass ein Abfallen des Ausgangssignals der Hubkraft-Messvorrichtung beim Aufsetzen des Aufnahmemittels auf die Last die Bestimmung des Gewichts des Lastaufnahmemittels verfälscht.

[0028] Ein positiver Lastwechsel wird dabei vorteilhafterweise durch die Lastwechselerfassung erfasst, wenn das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung das Gewicht des Lastaufnahmemittels um einen vorgegebenen Wert übersteigt. Ein negativer Lastwechsel wird dagegen vorteilhafterweise erkannt, wenn sich das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung wieder bis auf den vorgegebenen Wert an das Gewicht des Lastaufnahmemittels annähert.

[0029] Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin ein System zur automatischen Erfassung von Wechseln des Lastaufnahmemittels bei einer Maschine zum Umschlagen von Lasten, wobei die Maschine eine Hubvorrichtung zum Anheben der Last umfasst. Das System umfasst dabei eine Hubkraft-Messvorrichtung zum Messen der Hubkraft und eine Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit, welche einen Wechsel des Lastaufnahmemittels zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung automatisch erkennt.

[0030] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es damit, einen Wechsel des Lastaufnahmemittels und damit eine Änderung des Gewichtes des Lastaufnahmemittels automatisch zu erkennen und zu berücksichtigen. Dabei kann auf separate Signalgeber am Lastaufnahmemittel verzichtet werden, da die Erfassung zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung erfolgt.

[0031] Das System umfasst dabei vorteilhafterweise eine Positionserfassung, welche die Position des Lastaufnahmemittels in zumindest einer horizontalen Richtung erfaßt, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit einen Wechsel des Lastaufnahmemittels zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung und auf Grundlage der Positionserfassung automatisch erkennt.

[0032] Das System umfasst weiterhin vorteilhafterweise eine Lastwechselerfassung zum automatischen Erfassen eines Lastwechsels zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit einen Wechsel des Lastaufnahmemittels auf Grundlage der durch die Lastwechselerfassung erfassten Lastwechsel er-

kennt.

[0033] Vorteilhafterweise speichert die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit dabei die Position des Lastaufnahmemittels immer dann, wenn ein Lastwechsel erfolgt ist. Die Bestimmung, ob ein solcher Lastwechsel einem Wechsel des Lastaufnahmemittels entspricht, erfolgt dann vorteilhafterweise zumindest auf Grundlage einer Abfrage der Distanz des Lastaufnahmemittels zu dieser gespeicherten Position in horizontaler Richtung.

[0034] Das System umfasst weiterhin vorteilhafterweise eine Lastzykluserfassung zum automatischen Erfassen eines Lastzyklus, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit auf Grundlage der Lastzykluserfassung arbeitet.

[0035] Vorteilhafterweise erfolgt die Erfassung eines Wechsels des Lastaufnahmemittels dabei auf Grundlage einer Lastzykluserfassung, wie sie oben dargestellt wurde. Das erfindungsgemäße System zum automatischen Erfassung von Wechseln des Lastaufnahmemittels ist aber offensichtlich auch unabhängig von dem erfindungsgemäßen System zum automatischen Erfassen von Lastzyklen von großem Vorteil.

[0036] Vorteilhafterweise wird dabei ein Wechsel des Lastaufnahmemittels anhand eines oder mehrerer diskreter Zustandsautomaten erfaßt. Diese ermöglichen dabei, den Wechsel eines Lastaufnahmemittels sicher zu erkennen, auch wenn allein das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung und die Maschinenkoordinaten herangezogen werden.

[0037] Weiterhin vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die Lastaufnahmemittelerfassung auf Grundlage einer Lastzykluserfassung erfolgt und die Position des Lastaufnahmemittels speichert, wenn ein negativer Lastwechsel erfolgt ist, während kein aktiver Lastzyklus vorliegt. Dabei wird ein solcher negativer Lastwechsel, während kein aktiver Lastzyklus erfaßt ist, auf Grundlage einer Abfrage, ob nach dem negativen Lastwechsel das Lastaufnahmemittel eine vorbestimmte Distanz zur gespeicherten Position in der Horizontalen bewegt wurde, als ein Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel gewertet. Ein negativer Lastwechsel in einem Zustand, in welchem kein aktiver Lastzyklus vorliegt, wird dabei dann erkannt, wenn das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung um einen vorbestimmten Betrag unter das bisher erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels fällt.

[0038] Wird also nach einem negativen Lastwechsel das Lastaufnahmemittel beziehungsweise die Maschine zum Umschlagen von Lasten um eine vorbestimmte Distanz in der Horizontalen bewegt, ohne daß das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung wieder im Bereich des bisher erfaßten Gewichts des Lastaufnahmemittels zurückgekehrt ist beziehungsweise diesen Bereich überstiegen hat, so wird dies als Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel gewertet. Daraufhin wird das erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels aktualisiert.

[0039] Wird die Lastaufnahmemittelerfassung über einen Zustandsautomaten realisiert, so wechselt dieser aus dem Zustand keine Last in einen Zustand negativer Lastwechsel erfaßt, wenn ein negativer Lastwechsel erfolgt, das heißt, wenn das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung um einen bestimmten Wert unter das bisher erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels fällt. In diesem Zustand wird überprüft, ob das Lastaufnahmemittel beziehungsweise die Maschine zum Umschlagen der Last in horizontaler Richtung bewegt werden. Überschreitet diese Bewegung einen gewissen vorbestimmten Wert, zum Beispiel sechs Meter, wird dies als Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel gewertet. Der Zustandsautomat schaltet dann wieder zurück in den Zustand keine Last, wobei das erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels aktualisiert wird.

[0040] Wird dagegen ein positiver Lastwechsel erfaßt, so wechselt der Zustandsautomat wieder in den Zustand keine Last, ohne daß das erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels aktualisiert würde. Ein positiver Lastwechsel wird dabei in diesem Zustand dann erkannt, wenn das Ausgangssignal der Hubkraft-Messvorrichtung wieder über einen vorbestimmten Wert unterhalb des erfaßten Gewichts des Lastaufnahmemittels steigt.

[0041] Weiterhin vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Lastaufnahmemittelerfassungseinheit einen Wechsel des Lastaufnahmemittels auf Grundlage mehrer parallel laufender diskreter Zustandsautomaten erfaßt, deren Zustände von einer übergeordneten Kontrollogik überprüft werden. Insbesondere kann so der Wechsel zu einem schweren Lastaufnahmemittel erkannt werden. Vorteilhafterweise wird dabei immer dann, wenn ein erster Zustandsautomat einen aktiven Lastzyklus bestätigt, ein zweiter Zustandsautomat gestartet. Dieser zweite Zustandsautomat startet dabei im Zustand keine Last und erfaßt damit das entsprechend höhere Gewicht als Gewicht des Lastaufnahmemittels.

[0042] Die übergeordnete Kontrollogik entscheidet dabei, welcher der parallel laufenden Zustandsautomaten tatsächlich den richtigen aktiven Lastzyklus erfaßt und welcher der Zustandsautomaten wieder gelöscht werden muß. Insbesondere entscheidet dies die Kontrollogik immer dann, wenn einer der Zustandsautomaten das Ende eines aktiven Lastzyklus erkennt.

[0043] Vorteilhafterweise ist dabei vorgesehen, daß für den Fall, daß ein erster Zustandsautomaten das Ende eines aktiven Lastzyklus erkennt, zunächst eine vorbestimmte Zeit abgewartet wird, ob weitere Zustandsautomaten das Ende eines aktiven Lastzyklus erkennen. Ist dies nicht der Fall, so wird der erste Zustandautomat als der Zustandsautomat gewertet, welcher den korrekten Lastzyklus angibt.

[0044] Signalisieren dagegen weitere Zustandsautomaten, das sein aktiver Lastzyklus beendet wurde, so erfolgt die Entscheidung über ein weiteres Kriterium. Hierfür wird der Ort, an welchem der erste Zustandsautomat das Ende des aktiven Lastzyklus erkannt hat, gespeichert. Daraufhin wird überprüft, welches Gewicht ak-

tuell gemessen wird, wenn sich das Lastaufnahmemittel um eine vorbestimmte Distanz von diesem Punkt in horizontaler Richtung entfernt hat, zum Beispiel um drei Meter. Daraufhin wird der Zustandsautomat als der korrekte Zustandsautomat betrachtet, dessen erfaßtes Gewicht des Lastaufnahmemittels dem zu diesem Zeitpunkt aktuell bestimmten Lastgewicht entspricht.

[0045] Weiterhin vorteilhafterweise ist vorgesehen, daß die erfindungsgemäße Lastzykluserfassung zu jedem erfaßten Lastzyklus Lastzyklusdaten in einer Datenbank abspeichert, wobei die Datenbank eine spätere Auswertung der Daten ermöglicht. Hierdurch ermöglicht das erfindungsgemäße System eine umfassende und genaue Auswertung der Arbeitsabläufe beim Umschlag der Lasten.

[0046] Vorteilhafterweise umfassen die Lastzyklusdaten dabei eine oder mehrere der folgenden Daten: Lastgewicht, Dauer Lastzyklus, Start- und Stopposition, Start- und Stoppzeit, Gewicht des Lastaufnahmemittels, Minimal- und Maximalwert der Last während des Lastzyklus, Fahrstrecke, Kennzahlen der Maschine oder der Antriebe der Maschine. Insbesondere können dabei mehrere dieser Daten in der Datenbank abgespeichert werden.

[0047] Vorteilhafterweise umfaßt die Auswertung der Daten eine Bestimmung einer oder mehrerer der folgenden Daten: Energie/Kraftstoffverbrauch, Gesamtgewicht der umgeschlagenen Last, Durchschnittliche Umschlagleistung, Leistung/Performance-Indices. Die Auswertung der Daten kann direkt im System erfolgen oder alternativ durch ein Zusatzgerät, auf welches die Daten aus der Datenbank überspielt werden.

[0048] Hierdurch sind vielfältige Funktionalitäten möglich. So kann zum Beispiel eine Abrechnung des Gesamtumschlags mittels des erfindungsgemäßen Systems erfolgen. Der Kunde hat so die Möglichkeit, zum Beispiel bei dem Umschlagen von Schüttgut allein anhand der Daten aus der erfindungsgemäßen Lastzykluserkennung den Gesamtumschlag zu bestimmen.

[0049] Weiterhin können die Daten der erfindungsgemäßen Lastzykluserkennung dazu herangezogen werden, ein Schiff gleichmäßig zu beladen. Bei der Verladung von Schüttgut auf ein Schiff kann dabei die Zuladung pro Luke mittels der erfindungsgemäßen Lastzykluserkennung genau bestimmt werden. Hierdurch kann eine unsymmetrische Beladung des Schiffes vermieden werden.

[0050] Weiterhin können die Daten der Lastzykluserkennung herangezogen werden, um eine bestimmte garantierte Umschlagsleistung nachzuweisen. Zudem ergibt sich die Möglichkeit der Erstellung von Perfomance-Indices z.B. für einzelne Kranführer.

[0051] Die vorliegende Erfindung umfaßt neben dem System zum automatischen Erfassen von Lastzyklen und dem System zum automatischen Erfassen des Wechsels eines Lastaufnahmemittels, wie sie oben dargestellt wurden, weiterhin eine Umschlagmaschine mit einem oder beiden Systemen.

[0052] Bei der Umschlagmaschine kann es sich dabei z.B. um einen Kran handeln, wobei die Hubvorrichtung dem Hubwerk des Kranes entspricht. Die Hubkraft-Meßvorrichtung ist dabei vorteilhafterweise eine Vorrichtung zur Messung der Seilkraft im Hubseil. Handelt es sich um einen Drehkran, so entspricht die Transportvorrichtung dem Drehwerk und/oder Wippwerk des Kranes.

[0053] Bei der Umschlagmaschine kann es sich jedoch z.B. auch um einen Reachstacker, einen Gabelstapler, einen Bagger, einen Radlader oder eine beliebige andere Transportmaschine mit einer Hubvorrichtung zum Anheben einer Last handeln. Auch bei diesen Maschinen können die erfindungsgemäßen Systeme problemlos eingesetzt werden, da die Lastzyklus-Erfassung und die Lastaufnahmemittel-Erfassung unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Umschlagmaschine allein auf Grundlage der Kraftmessung und der Positionsbestimmung erfolgt.

[0054] Die vorliegende Erfindung umfaßt weiterhin ein Verfahren zur Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten, wobei die Maschine eine Hubvorrichtung zum Anheben der Last und eine Transportvorrichtung zu horizontalen Bewegen der Last umfaßt. Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt dabei die Schritte: Bestimmen der Hubkraft der Hubvorrichtung; Erfassen eines Lastwechsel zumindest auf Grundlage der bestimmten Hubkraft; Erfassen der Position der Lasten zumindest in horizontaler Richtung; automatisches Erfassen eines Lastzyklus zumindest auf Grundlage eines erfaßten Lastwechsels und der Position der Last. Dabei sind erfindungsgemäß weiterhin die Schritte vorgesehen: Erfassen der Position der Last als Lastaufnahmepunkt, wenn ein positiver Lastwechsel erkannt wurde und Werten des positiven Lastwechsels als Beginn eines neuen Lastzyklus auf Grundlage einer Abfrage, ob die Last eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der horizontalen bewegt wurde.

[0055] Die erfindungsgemäßen Verfahren haben die gleichen Vorteile, welche bereits oben bezüglich der erfindungsgemäßen Systeme näher dargestellt wurden. Weiterhin verlaufen die Verfahren dabei vorteilhafterweise so, wie dies ebenfalls weiter oben in Bezug auf die Systeme dargestellt wurde. Insbesondere erfolgen die Verfahren dabei vorteilhafterweise mittels der Systeme, wie sie oben dargestellt wurden.

[0056] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand des Ausführungsbeispiels sowie Zeichnungen näher dargestellt. Dabei zeigen:

Fig. 1	ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Maschine zum Um- schlagen von Lasten,
Fig. 2	eine Darstellung eines Lastzyklus aus der Vogelperspektive,
Fig. 3a und 3b	das Lastgewicht-Signal über einen Lastzyklus bei Verwen- dung eines

Lasthakens und eines Spreaders,

Fig. 4a und 4b das Lastgewicht-Signal und der transversale Weg der Last über einen Lastzyklus bei Verwendung eines Lasthackens und eines Spreaders,

Fig. 5a und 5b das Lastgewicht-Signal und der transversale Weg der Last über einen Lastzyklus bei Verwendung eines Lasthackens und eines Spreaders, wobei die Last beim Aufnehmen und Ablegen mehrmals auf und ab bewegt wird,

Fig. 6 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zustand- sau- tomaten,

Fig. 7 das Lastgewicht-Signal über einen Lastzyklus, bei welchem eine dynamische Störung auftritt,

Fig. 8 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zustand- sau- tomaten,

Fig. 9 das Lastgewicht-Signal und der transversale Weg bei einem Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel,

Fig. 10 eine Erweiterung eines Zustandsautomaten gemäß dem ersten oder dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 11a und 11b das Lastgewicht-Signal und der transversale Weg bei einem Lastanstieg während des aktiven Zyklus und bei einem Wech- sel zu einem schwereren Lastaufnahmemittel,

Fig. 12 eine Erweiterung der erfindungsgemäßen Zustandsautomaten zur Erfas- sung von Wechseln des Lastaufnahmemittels und

Fig. 13 eine Übersicht über die Entscheidungslogik zur Erfassung von Wechseln des Lastaufnahmemittels.

[0057] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Maschine zum Umschlagen von Lasten, bei welcher ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Systems zum automatischen Erfassen von Lastzyklen und ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Systems zum Erfassen des Wechsels eines Lastaufnahmemittels eingesetzt wird. Bei der Maschine zum Umschlagen von Lasten handelt es sich im Ausführungsbeispiel um einen Kran, insbesondere um einen Hafenmobilkran. Der Kran weist dabei einen Unterwagen 1 mit einem Fahrgestell 9 auf. Hierdurch kann der Kran im Hafen verfahren werden. Am Hubort kann der Kran dann über Abstützeinheiten 10 abgestützt werden. Auf dem Unterwagen 1 ist um eine vertikale Drehachse drehbar ein Turm 2 angeordnet. Am Turm 2 ist um eine horizontale Achse ein Ausleger 5 angelenkt. Der Ausleger 5 kann dabei über den Hydraulikzylinder 7 in der Wippebene nach oben und nach unten verschwenkt werden.

[0058] Der Kran weist dabei ein Hubseil 4 auf, welches um eine Umlenkrolle 11 an der Spitze des Auslegers geführt ist. Am Ende des Hubseils 4 ist ein Lastaufnahmemittel 12 angeordnet, mit welchem eine Last 3 aufgenommen werden kann. Das Lastaufnahmemittel 12 bzw. die Last 3 werden dabei durch Bewegen des Hubseils 4 angehoben bzw. abgesenkt. Die Veränderung der Position des Lastaufnahmemittels 12 bzw. der Last 3 in vertikaler Richtung erfolgt damit durch Verkleinern bzw. Vergrößern der Länge l_S des Hubseils 4. Hierfür ist eine Winde 13 vorgesehen, welche das Hubseil bewegt. Die Winde 13 ist dabei am Oberwagen angeordnet. Weiterhin ist das Hubseil 4 zunächst von der Winde 13 über eine erste Umlenkrolle 6 an der Spitze des Turmes 2 zu einer Umlenkrolle 14 an der Spitze des Auslegers 5 und von dort zurück zum Turm 2 geführt, wo es über eine zweite Umlenkrolle 8 zu einer Umlenkrolle 11 an der Auslegerspitze geführt ist, von wo aus das Hubseil nach unten zur Last 3 verläuft.

[0059] Das Lastaufnahmemittel 12 bzw. die Last können weiterhin durch Drehen des Turmes 2 um den Winkel φ_D und durch Auf- und Abwippen des Auslegers 5 um den Winkel φ_A in der Horizontalen bewegt werden. Durch die Anordnung der Winde 13 am Oberwagen ergibt sich beim Auf- und Abwippen des Auslegers 5 zusätzlich zu der Bewegung der Last in radialer Richtung eine Hubbewegung der Last 3. Diese muss gegebenenfalls durch ein entsprechendes Ansteuern der Winde 13 ausgeglichen werden.

[0060] In Figur 2 ist nunmehr eine typische Umschlagsituation für die erfindungsgemäße Maschine zum Umschlagen von Lasten gezeigt. Die Last wird dabei am Punkt A angehoben, entlang des Weges 20 in der Horizontalen bewegt und dann am Punkt B wieder abgelegt. Ein solcher Zyklus aus Anheben der Last, Bewegen der Last in horizontaler Richtung und Ablegen der Last beschreibt dabei einen Lastzyklus. Zum Erkennen eines solchen Lastzyklus gemäß dem Stand der Technik muss der Kranführer manuell eine Triggerschwelle 30 vorgeben. Bei Überschreiten dieser Triggerschwelle 30 mit der Last wird dann ein neuer Lastzyklus gezählt und die aktuell gemessene Lastmasse für diesen Lastzyklus abgespeichert. Hierdurch ergab sich eine Vielzahl von Pro-

blemen, welche bereits eingangs näher beschrieben wurden.

[0061] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist daher vorgesehen, dass das System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen am Punkt A automatisch erkennt, dass die Last angehoben wurde. Die Lastzykluserfassung speichert nun die Position der Last als Lastaufnahmepunkt A. Daraufhin wird fortlaufend die aktuelle Position der Last mit diesem abgespeicherten Lastaufnahmepunkt verglichen. Das Aufnehmen der Last wird nur dann als ein neuer Lastzyklus gewertet, wenn die Last nach dem Aufnehmen eine vorbestimmte Distanz d zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt wurde. Anstelle der manuellen Triggerschwelle 30 ist damit gemäß der vorliegenden Erfindung somit eine automatisch generierte Triggerschwelle 40 vorgesehen, welche automatisch um den erfaßten Lastaufnahmepunkt gelegt wird.

[0062] Die Triggerschwelle 40 wird damit automatisch bei Aufnahme einer Last in Abhängigkeit von dem erfaßten Lastaufnahmepunkt generiert. Hierdurch wird die Lastzykluserfassung erheblich zuverlässiger und ist zudem vollkommen automatisch und ohne eine Interaktion durch den Kranführer durchführbar.

[0063] Das Aufnehmen einer Last wird dabei durch eine Lastwechselerfassung automatisch erfaßt. Die Lastwechselerfassung arbeitet auf der Grundlage der Ausgangssignale einer Hubkraft-Messvorrichtung. Diese Hubkraft-Messvorrichtung kann zum Beispiel in der Anlenkung der Winde 13 angeordnet sein oder in der Anlenkung der Umlenkrolle 8. Alternativ kann eine solche Hubkraft-Messvorrichtung auch im Bereich des Lastaufnahmemittels 12 angeordnet sein. Die Anordnung der Hubkraft-Messvorrichtung an der Winde 13 bzw. an der Umlenkrolle 8 hat jedoch den Vorteil, dass keine zusätzliche Verkabelung zum Lastaufnahmemittel vorgesehen werden muss. Die Hubkraft-Messvorrichtung misst dabei zunächst die Kraft, welche im Hubseil 4 an der entsprechenden Messposition vorliegt. Die Hubkraft-Messvorrichtung berechnet aus dieser Seilkraft die Masse des Lastaufnahmemittels 12 und der angehängten Last 3.

[0064] Dabei kann eine Kompensation für das Gewicht des Hubseils 4 sowie für die Reibungsverluste an den Umlenkrollen erfolgen. Zudem können dynamische Effekte, welche durch die Beschleunigung der Last bzw. durch Schwingungen entstehen, bei der Bestimmung der Masse des Lastaufnahmemittels 12 und der Last 3 berücksichtigt werden. Die Hubkraft-Messvorrichtung gibt dann als Ausgangssignal das aktuell gemessene Lastgewicht aus, welches der Summe des Gewichts des Lastaufnahmemittels 12 und der Last 3 entspricht.

[0065] Die Lastzykluserfassung bestimmt zunächst das Gewicht des Lastaufnahmemittels 12, wie dies weiter unten noch ausführlicher dargestellt wird. Die Lastwechselerfassung erfaßt nun einen Lastwechsel auf Grundlage des Gewichts des Lastaufnahmemittels 12 und des aktuell gemessenen Lastgewichts. Ein positiver Lastwechsel wird dabei im Ausführungsbeispiel erkannt, wenn das aktuell gemessen Lastgewicht das zuvor erfaßte Gewicht des Lastaufnahmemittels 12 um einen bestimmten Wert T übersteigt. Als Wert T kann dabei zum Beispiel ein Wert von 0,8 t gewählt werden. Ein negativer Lastwechsel wird dagegen erkannt, wenn nach einem positiven Lastwechsel das Lastgewicht wiederum den Grenzwert T oberhalb des zuvor bestimmten Gewichts des Lastaufnahmemittels 12 unterschreitet. Allein aufgrund der Signale der Lastwechselerfassung ist eine automatische Lastzykluserfassung jedoch nicht zuverlässig zu betreiben, da solche Lastwechsel zum Beispiel auch beim Absetzen der Last erfolgen können, wenn die Last zum genauen Positionieren am Zielort abgesenkt und mehrmals wieder angehoben werden muss, wie dies z.B. oftmals dann der Fall ist, wenn Container aufeinander gestapelt werden müssen.

[0066] Zudem unterscheidet sich das Signal der Hubkraft-Messvorrichtung je nach der Art des Hubes bzw. nach der Art des eingesetzten Lastaufnahmemittels 12. Zwei typische Verläufe des Ausgangssignals der Hubkraft-Messvorrichtung sind dabei in den Figuren 3a und 3b gezeigt. In Figur 3a ist ein typisches Lastgewichtsignal beim Einsatz eines Hakens als einzigem Lastaufnahmemittel gezeigt. Der Haken selbst hat dabei eine Masse von ca. 4 t. Zum Zeitpunkt 100 wird eine Last mit einer Masse von ca. 6 t an den Haken angehängt und angehoben, zum Zeitpunkt 101 wieder abgesetzt, zum Zeitpunkt 102 wieder aufgenommen und zum Zeitpunkt 103 endgültig abgesetzt. Allein anhand dieses Lastsignals lässt sich jedoch nicht erkennen, ob hier tatsächlich ein Lastzyklus oder zwei Lastzyklen oder gar kein Lastzyklus stattgefunden hat.

[0067] In Figur 3b ist eine typische Kurve eines Lastgewichtssignals beim Einsatz eines Spreaders gezeigt, mit welchem Container aufgenommen und abgesetzt werden können. Der Spreader ist dabei am Haken des Krans angehängt und weist selbst eine Masse von ca. 13 t auf, so dass sich zusammen mit dem Lasthaken ein Lastgewicht des Lastaufnahmemittels von ca. 17 t ergibt. Zum Aufnahmen eines Containers zum Zeitpunkt 104 wird der Spreader auf dem Container aufgesetzt. Hierdurch sinkt das aktuell gemessene Lastgewicht stark nach unten, da der Container zumindest einen Teil des Gewichts des Spreaders abstützt. Beim darauffolgenden Anheben des Containers steigt das Lastgewicht dann auf einen Wert von ca. 33 t. Am Zielort wird der Container wieder abgesetzt. Die mehreren Kraftspitzen ergeben sich dadurch, dass der Container mehrmals angehoben und wieder abgesenkt wird, um genau z. B. auf einem weiteren Container positioniert zu werden. Zum Beispiel wird dabei zum Zeitpunkt 105 der Container zunächst abgesetzt und dann wieder angehoben. Erst zum Zeitpunkt 106 wird der Container endgültig abgesetzt. Beim Absetzen sinkt das Lastgewicht dabei wieder unter das Gewicht des Aufnahmemittels, da sich dieses auf dem Container abstützt. Ein ähnliches Bild wie in Figur 3b entsteht auch dann, wenn als Lastaufnahme ein Greifer eingesetzt wird, welcher beim Aufnehmen von Schüttgut

zunächst auf dem Schüttgut aufliegt.

[0068] Die erfindungsgemäße Lastzykluserfassung für die beiden in den Figuren 3a und 3b gezeigten Situationen ist nun in den Figuren 4a und 4b schematisch dargestellt. Die Lastzykluserfassung erfaßt dabei zunächst das Gewicht G des Lastaufnahmemittels, während noch keine Last aufgenommen wurde. Sobald das aktuell gemessene Lastgewicht 113 das erfaßte Gewicht G des Lastaufnahmemittels um einen Wert T übersteigt, wird ein positiver Lastwechsel erfaßt. Dies ist in beiden Fällen zum Zeitpunkt 110 der Fall. Bei Erfassen des Lastwechsels wird die Position der Last bzw. des Lastaufnahmemittels gespeichert. Der positive Lastwechsel zum Zeitpunkt 110 wird jedoch erst zum Zeitpunkt 111 als der Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet. Hierfür wird die aktuelle Position 114 der Last bzw. des Lastaufnahmemittels mit dem Lastaufnahmepunkt verglichen. Erst nachdem die Last bzw. das Lastaufnahmemittel gegenüber dem Lastaufnahmepunkt um eine Distanz d in der Horizontalen bewegt wurde, wird der zuvorige positive Lastwechsel als Beginn des neuen Lastzyklus gewertet.

[0069] Das Ende des Lastzyklus wird zum Zeitpunkt 112 erkannt, zu welchem ein negativer Lastwechsel stattfindet, bei welchem das aktuell gemessene Lastgewicht 113 den Grenzwert T über dem Gewicht G des Lastaufnahmemittels wieder unterschreitet.

[0070] Anhand der Figuren 5a und 5b ist nun ersichtlich, warum diese automatisch generierte Triggerschwelle für die horizontale bzw. transversale Bewegung vom Lastaufnahmepunkt weg die Genauigkeit der Lastzykluserfassung erhöht und es verhindert, dass Lastwechsel beim Anheben und beim Absetzen der Last fälschlicherweise als neue Lastzyklen erkannt werden.

[0071] Dabei wurde in Fig. 5a und 5b beim Aufnehmen der Last die Last zunächst einmal angehoben und dann wieder abgesenkt. Hierdurch entstehen im Lastgewichtsignal 113 Lastspitzen 115, welche den Wert T oberhalb des Gewichts G des Lastaufnahmemittels überschreiten. Hierbei werden jeweils positive Lastwechsel erkannt und die aktuelle Position der Last als Lastaufnahmepunkt gespeichert. Wie jedoch aus der Positionskurve 114 hervorgeht, wird die Last nach dem ersten positiven Lastwechsel zunächst nur geringfügig in der Horizontalen bewegt, so dass sie die Distanz d vom gespeicherten Lastaufnahmepunkt nicht zurücklegt. Da nach dem ersten positiven Lastwechsel ein negativer Lastwechsel erfolgt, ohne dass die Last in der Horizontalen die Triggerschwelle überschritten hat, wird dieser erste Lastwechsel nicht weiter berücksichtigt.

[0072] Erst der positive Lastwechsel bei erneutem Überschreiten der Lastschwelle zum Zeitpunkt 110 wird als der Beginn eines aktiven Lastzyklus gewertet, da zum Zeitpunkt 111 die Last in der Horizontalen die Distanz d zu dem dabei gespeicherten Lastaufnahmepunkt zurückgelegt hat. Das Ende dieses aktiven Lastzyklus wird dann zum Zeitpunkt 112 erkannt, wenn ein negativer Lastwechsel erfolgt.

[0073] Die beim Absenken der Last ebenfalls auftretenden Lastwechsel 116 werden ebenfalls nicht als Beginn eines neuen aktiven Lastzyklus gewertet, da die Last bis zum Erreichen des nächsten negativen Lastwechsels nicht um die Distanz d bewegt wurde.

[0074] In den Zeichnungen ist zur einfacheren Darstellung der Position im unteren Diagramm jeweils der transversale Weg der Last nach dem letzten (positiven oder negativen) Lastwechsel aufgetragen.

[0075] In Figur 6 ist nun ein Zustandsautomat gezeigt, durch welchen die erfindungsgemäße Zykluserfassung realisiert wurde. Der Zustandsautomat weist zunächst einen Initialisierungszustand 120 auf, in welchem das System startet. Je nach dem, ob ein Zyklusende oder ein Zyklusbeginn erkannt wird, wechselt das System dann in die Zustände 121 und 122.

[0076] Der eigentliche Zustandsautomat zur Lastzykluserfassung wird durch die Zustände 121 bis 124 gebildet:

[0077] Im Zustand 121 geht der Zustandsautomat davon aus, dass keine Last am Hubseil hängt und damit das Lastgewicht dem Gewicht G des Lastaufnahmemittels LSM (Load Suspension Means) entspricht. In diesem Zustand bestimmt die Lastzykluserfassung das Gewicht G des Lastaufnahmemittels. Dabei wird das Gewicht G des Lastaufnahmemittel zumindest jedesmal dann bestimmt, wenn der Zustandsautomat vom Zyklusende 124 in den Zustand 121, in welchem keine Last am Lastaufnahmemittel angehängt ist, wechselt. Das Gewicht G des Lastaufnahmemittels kann auch jedesmal bestimmt werden, wenn in den Zustand 121 gewechselt wird. Hierdurch ist keine manuelle Tarierung des Systems mehr notwendig. Vielmehr erfaßt das System automatisch das Gewicht des Lastaufnahmemittels.

[0078] Die Bestimmung des Lastgewichts G des Lastaufnahmemittels kann dabei über einen Mittelwertfilter erfolgen. Die Mittelwertbildung erfolgt dabei vorteilhafterweise nur über solche Zeiträume, in welchen sich das aktuelle Lastgewicht L in einem gewissen Bereich um das bisher bestimme Gewicht G des Lastaufnahmemittels befindet. Insbesondere werden solche Werte des aktuell gemessenen Lastgewichts L bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt, welche sich in einem Bereich G-T' befinden. Andernfalls würde bei Lastaufnahmemitteln, welche Lastgewichtsignale wie in den Figuren 3b und 4b gezeigt erzeugen, ein zu niedriges Gewicht G des Lastaufnahmemittels bestimmt. Der untere Grenzwert T' kann dabei zum Beispiel gleich dem Grenzwert T zum Erkennen eines positiven Lastwechsels gewählt werden.

[0079] Die Lastwechselerfassung überwacht dabei ständig das aktuelle Lastgewicht und vergleicht dieses mit dem Gewicht G des Lastaufnahmemittels. Solange das aktuelle Lastgewicht das Gewicht G nicht um einen Wert T überschreitet, d. h. solange kein positiver Lastwechsel erfaßt wird, verbleibt der Zustandsautomat im Zustand 121.

[0080] Wird ein positiver Lastwechsel erfaßt, dann

schaltet der Zustandsautomat in den Zustand 122. In diesem Zustand wurde ein positiver Lastwechsel erkannt, so dass möglicherweise ein aktiver Zyklus vorliegt. Beim Wechsel zwischen dem Zustand 121 und dem Zustand 122, d. h. beim Erfassen eines positiven Lastwechsels, wird gleichzeitig die Position der Last bzw. des Lastaufnahmemittels als Lastaufnahmepunkt LA gespeichert. Das System vergleicht nun fortlaufend die aktuelle Position P der Last bzw. des Lastaufnahmemittels mit dem gespeicherten Lastaufnahmepunkt LA und bestimmt daraus den Abstand der Last vom Lastaufnahmepunkt in horizontaler Richtung [P-LA]. Solange dieser transversale Abstand [P-LA] kleiner ist als der Mindestabstand d, welcher als Triggerschwelle herangezogen wird, verbleibt der Zustandsautomat im Zustand 122. Zudem wird laufend das Lastgewicht L bestimmt. Fällt dieses unter den Wert G+T, so wechselt der Zustandsautomat zurück in den Zustand 121.

[0081] Überschreitet dagegen der transversale Abstand [P-LA] den Mindestabstand d, während der Zustandsautomat im Zustand 122 ist, so wechselt der Zustandsautomat in den Zustand 123. Hierdurch wird bestätigt, dass ein aktiver Zyklus vorliegt. Der zuletzt erfolgte positive Lastwechsel wird damit als Beginn eines aktiven Zyklus erkannt. Während der Zustandsautomat im Zustand 123 ist, wird das Gewicht GL der Last bestimmt. Hierzu wird vom aktuell gemessenen Lastgewicht L das Gewicht G des Lastaufnahmemittels abgezogen. Dabei kann hinsichtlich des Lastgewichts L eine Mittelwertbildung über einen Mittelwertfilter vorgesehen sein. Zudem kann vorgesehen sein, dass bei einem starken Ansteigen des Lastgewichts der Mittelwertfilter aktualisiert bzw. neu gestartet wird.

[0082] Der Zustandsautomat überwacht dabei das aktuelle Lastgewicht L und vergleicht dieses ständig mit dem Gewicht G des Lastaufnahmemittels. Sobald das aktuelle Lastgewicht wieder unter den Wert G+T fällt, wechselt der Zustandsautomat vom Zustand 123 in den Zustand 124, womit das Ende des aktiven Zyklus erfaßt wird. Im Zustand 124 werden die Daten für den gerade beendeten aktiven Zyklus abgespeichert. Dabei kann es sich insbesondere um das Gewicht GL der Last handeln sowie um weitere Daten zum gerade beendeten aktiven Zyklus. Zum Beispiel kann dabei der Lastaufnahmepunkt und der Zeitpunkt der Lastaufnahme abgespeichert werden. Zudem kann die Position und gegebenenfalls der Zeitpunkt, zu welchem das Zyklusende erkannt wurde, abgespeichert werden. Weiterhin oder alternativ kann die Dauer des Zyklus, die zurückgelegte Entfernung währen des Zyklus, Maximal- und Minimalwerte des Lastgewichts und ähnliches abgespeichert werden.

[0083] Nach dem Speichern der Daten wechselt der Zustandsautomat vom Zustand 124 wieder zurück in den Zustand 121, welcher einem Zustand ohne angehängte Last entspricht. Nun wird wiederum das Gewicht G des Lastaufnahmemittels bestimmt.

[0084] Ein Problem bei der eben dargestellten Lastzykluserfassung sind Lastwechsel aufgrund von dynamischen Bewegungen der Last, welche erfolgen, während die Last am Kranseil hängt und transportiert wird. Solche Lastwechsel können zum Beispiel aufgrund von Schwingungen der Last entstehen. Figur 7 zeigt dabei ein Beispiel für eine solche Lastgewichtskurve. Das Lastgewicht ist dabei als die durchgehende Linie 133 eingezeichnet. Positive Lastwechsel sind als durchgehende Vertikallinien 134, negative Lastwechsel als gepunktete Linien 135 eingezeichnet. Zum Zeitpunkt 130 wird dabei ein positiver Lastwechsel erkannt. Die Last wird daraufhin transversal bewegt, so dass dieser positive Lastwechsel als Beginn eines aktiven Lastzyklus erkannt wird. Zum Zeitpunkt 131 schwankt das Lastgewicht aufgrund von dynamischen Vorgängen sehr stark, so dass es den Grenzwert G+T kurzzeitig unterschreitet. Hier wird also zunächst ein negativer Lastwechsel und gleich darauf ein positiver Lastwechsel erkannt.

[0085] Bei dem in Figur 6 gezeigten Zustandsautomaten führt dies dazu, dass beim negativen Lastwechsel ein Zyklusende erkannt wird. Da die Last nach dem gleich darauf folgenden positiven Lastwechsel weiter in transversaler Richtung bewegt wird, wird dieser positive Lastwechsel auch als Beginn eines neuen aktiven Lastzyklus erfaßt. Der in Figur 6 gezeigte Zustandsautomat würde daher den in Figur 7 gezeigten Lastzyklus aufgrund der dynamischen Lastwechsel zum Zeitpunkt 131 fälschlicherweise als zwei separate Lastzyklen werten.

[0086] Um solche Fehler zu vermeiden, kann ein weiteres Kriterium eingesetzt werden, um den Beginn und das Ende eines aktiven Lastzyklus zu erfassen. Hierfür wird beim Erfassen eines positiven Lastwechsels nicht nur die aktuelle Position der Last bzw. des Lastaufnahmemittels gespeichert, sondern auch die Geschwindigkeit der Last bzw. des Lastaufnahmemittels in horizontaler Richtung bestimmt. Nur wenn diese Geschwindigkeit v unterhalb eines gewissen Grenzwertes r liegt, kann dieser positive Lastwechsel dem Beginn eines neuen aktiven Lastzyklus entsprechen. Liegt die Geschwindigkeit v dagegen oberhalb des Grenzwertes r, so schließt das System darauf, dass eine dynamische Störung vorlag und der vorherige aktive Lastzyklus fortgesetzt wird.

[0087] Eine Erweitung des in Figur 6 gezeigten Zustandsautomaten, welche dieses zusätzliche Kriterium berücksichtigt, ist dabei in Figur 8 dargestellt. Die Zustände 121 bis 124 arbeiten dabei im Wesentlichen so, wie dies bezüglich Figur 6 dargestellt wurde. Das zusätzliche Kriterium kommt nun zum Tragen, wenn im Zustand 121 ein positiver Lastwechsel erkannt wurde. Wird während des positiven Lastwechsels eine transversale Geschwindigkeit v kleiner als r festgestellt, so wechselt der Zustandsautomat wie vorher in den Zustand 122. Dabei wird ein Zyklustyp 1 abgespeichert.

[0088] Stellt der Zustandsautomat dagegen bei einem positiven Lastwechsel im Zustand 121 eine transversale Geschwindigkeit v fest, welche größer als der Grenzwert r ist, so wechselt der Zustandsautomat direkt in den Zustand 123. Weiterhin wird ein Zyklustyp 2 abgespeichert.

[0089] Durch das Abspeichern des jeweiligen Zyklu-

styp kann festgestellt werden, ob hier tatsächlich der Beginn eines neuen aktiven Lastzyklus vorliegt, oder ob ein bereits aktiver Zyklus lediglich fortgesetzt wird. Hierfür gibt der Zustand 124, d. h. der bei einem negativen Lastwechsel aus dem Zustand 123 geschaltete Zustand, seine Daten an eine Logik 125 weiter. Diese Logik 125 wartet nun ab, was für ein Zyklustyp beim nächsten Wechsel aus dem Zustand 121 abgespeichert wird. Wird ein Zyklustyp 1 abgespeichert, so wertet die Logik die Daten zu dem vorausgegangen Zyklus als Daten eines abgeschlossenen aktiven Zyklus. Wird dagegen ein Zyklustyp 2 ausgegeben, so wertet die Logik 125 die Daten des letzten Zyklus lediglich als einen Teilzyklus des nun aktiven Zyklus.

[0090] Die Logik 125 ist notwendig, da hinsichtlich des Zyklusende 124 kein Kriterium bezüglich der Geschwindigkeit des Lastaufnahmemittels bzw. der Last vorgesehen werden soll. Es kann nämlich durchaus passieren, dass beim Abladen der Last das Lastaufnahmewerkzeug weiter bewegt wird, z. B. wenn Schüttgut über einen Greifer über eine längere Strecke verteilt wird. Der Zustandsautomat schaltet daher vom Zustand 123, d. h. von einem aktiven Zyklus, immer zum Zyklusende, wenn die Last unter den Schwellenwert G+T fällt. Die Logik 125 ermittelt dann auf Grundlage des nächsten Übergangs von Zustand 121 entweder in Zustand 122 oder direkt in den Zustand 123, ob es sich tatsächlich um das Ende eines aktiven Lastzyklus gehandelt hat oder ob der letzte aktive Lastzyklus lediglich fortgesetzt wird.

[0091] Bisher wurde davon ausgegangen, dass der Zustandsautomat zunächst weiß, wann er sich im Zustand 121 befindet und so das Gewicht G des Lastaufnahmemittels automatisch bestimmen kann. Im Folgenden soll nun dargestellt werden, wie ein Ausführungsbeispiel eins erfindungsgemäßen System zum automatischen Erfassen eines Wechsels des Lastaufnahmemittels arbeitet. Der einfachste Fall, bei welchem von einem schwereren Lastaufnahmemittel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel gewechselt wird, wird nun anhand von Figur 9 näher dargestellt.

[0092] Oben in Figur 9 ist dabei das Lastgewichtsignal L sowie das Gewicht G, von welchem das System ausgeht, aufgetragen. Unten ist der transversale Weg, welchen das Lastaufnahmemittel bzw. die Last nach jedem Lastwechsel zurücklegt, aufgetragen. Der Wechsel des Lastaufnahmemittels findet dabei zum Zeitpunkt 140 statt. Bis zu diesem Zeitpunkt stimmt daher das Gewicht G, welches das System für das Lastaufnahmemittel bestimmt hat, mit dem aktuell gemessenen Lastgewicht L überein.

[0093] Nun stellt das System einen negativen Lastwechsel im Zustand 121, in welchem keine Last am lastaufnahmemittel anhängt, fest. Dieser negativer Lastwechsel aus dem Zustand 121 wird dabei erfaßt, wenn das aktuelle Lastgewicht L um einen Wert T' unter das bisher erfaßte Gewicht G des Lastaufnahmemittels fällt. Der Grenzwert T' kann dabei genauso groß gewählt werden wie der Grenzwert T, z. B. 0,8 t. Zu diesem Zeitpunkt wird die Mittelwertbildung für das Gewicht G des Lastaufnahmemittels ausgesetzt, so dass dieses zunächst konstant auf dem zuletzt festgestellten Wert bleibt.

[0094] Die Feststellung, ob nun tatsächlich ein Wechsel des Lastaufnahmemittels erfolgt ist, oder ob dieses z. B. nur aufgesetzt wurde, erfolgt nun wiederum über die Betrachtung des transversalen Weges, welches das Lastaufnahmemittel seit dem Erfassen des negativen Lastwechsels zurückgelegt hat. Hierfür wird beim Erfassen eines negativen Lastwechsels aus dem Zustand 121 die Position des Lastaufnahmemittels als Lastaufnahmemittelablageort gespeichert. Das System überprüft nun, ob das Lastaufnahmemittel in horizontaler Richtung eine Distanz von mehr als d' gegenüber dem Lastaufannahmemittelablageort zurücklegt. Legt das Lastaufnahmemittel eine solche Distanz zurück, ohne dass zwischendurch ein positiver Lastwechsel erfolgt ist, so wertet dies das System als einen Wechsel des Lastaufnahmemittels und aktualisiert das Gewicht G des Lastaufnahmemittels entsprechend auf das aktuell gemessene Lastgewicht L.

[0095] Dies erfolgt in Figur 9 zum Zeitpunkt 141, bei welchem der unten angezeigte transversale Weg vom Ort des negativen Lastwechsels zum Zeitpunkt 140 aus größer als der Grenzwert d' ist. Als Grenzwert d' wird dabei vorteilhafterweise ein Wert größer als d gewählt, z. B. das Doppelte von d. Ab dem Zeitpunkt 141 arbeitet der Zustandsautomat nun mit dem neuen niedrigeren Gewicht G des Lastaufnahmemittels. Dementsprechend wird zum Zeitpunkt 142 ein positiver Lastwechsel erkannt, da das aktuelle Lastgewicht den nun aktualisierten Wert G+T übersteigt. Dieser neue Zyklus wird dann wie üblich aufgrund der transversalen Bewegung als aktiver Zyklus bestätigt, wobei das Ende dieses aktiven Zyklus 143 aufgrund des negativen Lastwechsels erkannt wird.

[0096] Wäre das aktuelle Lastgewichtsignal dagegen nach dem negativen Lastwechsel im Zustand 121 wieder über G-T' gestiegen, ohne dass eine transversale Bewegung größer d' erfolgt wäre, so hätte das System den negativen Lastwechsel verworfen und mit dem bisher erfaßten Gewicht G des Lastaufnahmemittels weitergearbeitet.

[0097] Diese automatische Erkennung des Wechsels zu einem leichteren Lastaufnahmemittel kann dabei durch eine Erweiterung des in Figur 8 dargestellten Zustandsautomaten erfolgen. Die Erweiterung des Zustandsautomaten ist dabei in Figur 10 dargestellt, wobei der Übersicht halber lediglich Zustand 121 aus Figur 8 mit dargestellt ist. Im Zustand 121 wird dabei das Gewicht G durch Mittelwertbildung bestimmt. Dabei werden jedoch nur solche Zeiträume berücksichtigt, in welchen das aktuelle Lastgewicht L einen bestimmten Grenzwert T' unterhalb des bisher festgestellten Lastgewichts G nicht unterschreitet, d. h. solange L größer als G-T' ist.

[0098] Fällt das aktuell gemessene Lastgewicht dagegen unter G-T', so wird ein negativer Lastwechsel aus dem Zustand 121 festgestellt. Das System wechselt dann in den Zustand 126. Bei diesem Übergang wird die Position des Lastaufnahmemittels zum Zeitpunkt des ne-

gativen Lastwechsels als Lastaufnahmemittelablagepunkt LMA bestimmt. Im Zustand 126 wird nun überwacht, ob das Lastaufnahmemittel gegenüber dem Lastaufnahmemittelablagepunkt LMA über eine Distanz von mehr als d' transversal bewegt wurde.

[0099] Solange der Abstand des Lastaufnahmemittels zum Lastaufnahmemittelablagepunkt [P-LMA] kleiner als d' ist, verbleibt das System im Zustand 126. Dabei wird weiterhin überwacht, ob das aktuelle Lastgewicht wieder über die Schwelle G-T' steigt. Steigt das Lastgewicht L wieder über G-T', so wird ein positiver Lastwechsel festgestellt und der Zustandsautomat wechselt wieder in den Zustand 121. Dort wird mit dem vorher bestimmten Gewicht G des Lastaufnahmemittels weitergearbeitet und die Mittelwertbildung fortgesetzt.

[0100] Erkennt das System dagegen im Zustand 126, dass das Lastaufnahmemittel um eine Distanz d' vom Lastaufnahmemittelablagepunkt weg bewegt wurde, so wechselt es in den Zustand 127 und bestätigt damit den Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel. Hierauf wird das Gewicht G des Lastaufnahmemittels auf den nun vorliegenden niedrigeren Wert aktualisiert. Das System wechselt dann wieder in den Zustand 121 und arbeitet mit dem nun aktualisierten Gewicht G des Lastaufnahmemittels weiter.

[0101] Die in Figur 10 gezeigte Erweiterung des Zustandsautomaten erlaubt jedoch nur die automatische Erfassung eines Wechsels zu einem leichteren Lastaufnahmemittel. Die Grundproblematik eines Wechsels zu einem schweren Lastaufnahmemittel soll dabei anhand der Figuren 11a und 11b näher erläutert werden. In Figur 11a ist ein Ablauf gezeigt, bei welchem zum Zeitpunkt 1 eine Last aufgenommen wird. Die Last wird jedoch zum Beispiel noch eine Zeit teilweise geschleift, so dass sich zum Zeitpunkt 3 das Lastgewicht noch einmal deutlich erhöht. Die Last wird dann zum Zeitpunkt 6 wieder abgelegt.

[0102] In Figur 11b erfolgt dagegen zum Zeitpunkt 1 ein Wechsel von einem ersten Lastaufnahmemittel zu einem zweiten, schwereren Lastaufnahmemittel. Zum Zeitpunkt 3 wird dann mit dem zweiten Lastaufnahmemittel eine Last angehoben. Diese wird zum Zeitpunkt 5 wieder abgelegt, wobei sich das Lastaufnahmemittel kurzzeitig auf der Last abstützt und so das aktuell gemessene Lastgewicht weiter fällt.

[0103] Bis zum Zeitpunkt 6 kann daher nicht zwischen der in Figur 11a erfolgten schrittweisen Erhöhung des Lastgewichts und dem in Figur 11b gezeigten Wechsel des Lastaufnahmemittels unterschieden werden, da der Verlauf des Lastgewichtsignals im Wesentlichen identisch ist. Um die beiden Situationen dennoch auseinander halten zu können und einen Wechsel zu einem schwereren Lastaufnahmemittel sicher zu detektieren, werden erfindungsgemäß mehrere parallel laufende Zustandsautomaten eingesetzt. Die einzelnen Zustandsautomaten arbeiten dabei jeweils wie in Figur 8 oder Figur 10 dargestellt.

[0104] Wie in Fig. 12 gezeigt, wird immer dann ein neuer Zustandsautomat generiert, wenn ein Wechsel aus dem Zustand 122 in den Zustand 123 erfolgt und nach dem Erkennen eines positiven Lastwechsels ein aktiver Lastzyklus bestätigt wird. Dabei kann die maximale Anzahl von Zustandsautomaten, welche parallel zueinander arbeiten, auf einen vorgegebenen Wert n_{max} beschränkt werden. In den Figuren 11a und 11b wird daher jeweils zum Zeitpunkt 2, zu welchem der aktive Lastzyklus bestätigt wird, ein neuer Zustandsautomat gestartet. Der neue Zustandsautomat startet dabei seinerseits im Zustand 121 und bestimmt daher das höhere Lastgewicht, welches nach dem positiven Lastwechsel bei 1 gemessen wird, als das Gewicht G des Lastaufnahmemittels. Zum Zeitpunkt 3 erfasst der zweite Zustandsautomat einen positiven Lastwechsel, welcher jeweils zum Zeitpunkt 4 bestätigt wird. Daraufhin wird ein dritter Zustandsautomat gestartet, welcher wiederum im Zustand 121 startet und das entsprechend höhere Lastgewicht als das Gewicht G des Lastaufnahmemittels festsetzt.

[0105] Zum Zeitpunkt 5 erfasst der zweite Zustandsautomat SM2 nun das Ende des aktiven Zyklus und wechselt in den Zustand 124. Zunächst weiß das System jedoch nicht, ob dies tatsächlich dem Ende des tatsächlich vorliegenden Lastzyklus entspricht. Das System wartet daher eine gewisse Zeitspanne k ab, nachdem der erste Zustandsautomat das Ende eines aktiven Zyklus erfaßt. Meldet innerhalb dieser Zeitspanne k, welche z. B. 2,5 s betragen kann, kein weiterer Zustandsautomat das Ende eines aktiven Lastzyklus, so geht das System davon aus, dass der Zustandsautomat, welcher das Ende des Lastzyklus gemeldet hat, dem tatsächlich vorliegenden Lastzyklus entspricht. Daraufhin können alle anderen Zustandsautomaten wieder gelöscht werden.

[0106] Im vorliegenden Fall meldet dagegen der erste Zustandsautomat SM1 innerhalb der Zeitspanne k ebenfalls das Ende seines aktiven Lastzyklus. Zunächst kann daher nicht festgestellt werden, welcher der beiden Zustandsautomaten den tatsächlichen Zustand des Systems wiedergibt.

[0107] Daher wird zu dem Zeitpunkt, zu dem zuerst ein Ende eines aktiven Lastzyklus angezeigt wird, die Position des Lastaufnahmemittels bzw. der Last bestimmt. Nachdem das Lastaufnahmemittel zum Zeitpunkt 7 in transversaler Richtung um die Strecke d" gegenüber dieser Position bewegt wurde, kann entschieden werden, welcher Zustandsautomat den tatsächlichen Zustand wiedergibt. Dies erfolgt durch einen Vergleich des aktuell gemessenen Lastgewichts mit dem von den jeweiligen Zustandsautomaten erfassten Gewicht G des Lastaufnahmemittels.

[0108] Wenn das Lastaufnahmemittel daher nach Erkennen des ersten Zyklusendes um eine Distanz d" bewegt wurde, bestimmt das System die Differenz zwischen dem aktuell gemessenen Lastgewicht L und den Werten G für das Gewicht des Lastaufnahmemittels der einzelnen Zustandsautomaten, welche das Ende eines Zyklus erfaßt haben. Der Zustandsautomat, bei welchem diese Differenz am geringsten ist, wird dann als

der Zustandsautomat gewertet, welcher dem tatsächlichen Zustand entspricht.

[0109] Im Fall von Fig. 11a ist dies der erste Zustandsautomat SM1, im Fall von Fig. 11b der zweite Zustandsautomat SM2.

[0110] Weiterhin ist vorgesehen, dass dann, wenn ein erster Zustandsautomat das Gewicht G des Lastaufnahmemittels auf einen niedrigeren Wert korrigiert, welcher dem Gewicht G eines anderen Zustandsautomaten entspricht, das System erkennt, dass dieser erste Zustandsautomat die tatsächlich Situation nicht wiedergegeben hat. Dieser Zustandsautomat wird dann gelöscht. Zwei Werte G für das Lastgewicht entsprechen sich dabei, wenn ihre Differenz z.B. nicht größer als T ist.

[0111] Das Vorgehen bei der Erfassung eines Wechsels zu einem schwereren Lastaufnahmemittel soll nun noch mal anhand von Figur 13 näher erläutert werden, welche die Situation in Figur 11b wiedergibt. Zum Zeitpunkt 5, bei welchem der Zustandsautomat SM2 die Beendigung seines aktiven Zyklus angibt, wird zunächst ein Timer gestartet und gleichzeitig die Position des Lastaufnahmemittels zum Zeitpunkt 5 bestimmt. Da innerhalb des Zeitraums k auch der erste Zustandsautomat 1 das Ende seines aktiven Zyklus signalisiert, kann einen Entscheidung erst erfolgen, nachdem das System eine Wegstrecke d" zurückgelegt hat. Die Strecke d" kann dabei der Strecke d entsprechen. Dabei kann die Strecke d" kleiner sein als die Strecke d'. Hat das Lastaufnahmemittel diese Triggerschwelle d" seit dem Signalisieren des ersten Endes eines aktiven Lastzyklus zurückgelegt, so entscheidet die Entscheidungslogik 140, welcher der Zustandsautomaten den tatsächlichen Zustand wiedergibt.

[0112] Dabei wird der Zustandsautomat gewählt, dessen Wert G für das Lastgewicht des Lastaufnahmemittels näher am aktuell gemessenen Lastgewicht L ist. Im Fall von Figur 11b ist dies der Zustandsautomat SM2. Dieser wird nun als einziger Zustandsautomat weiter betrieben, während alle anderen Zustandsautomaten gelöscht werden.

[0113] Im Falle des Verlaufs in Figur 11a wäre dagegen zum Zeitpunkt 7 der Wert G des ersten Zustandsautomaten SM1 näher am aktuell gemessenen Lastgewicht, so dass die Entscheidungslogik 150 den ersten Zustandsautomaten als den Zustandsautomaten erkennen würde, welcher den tatsächlichen Zustand wiedergibt, und nur diesen weiter betreiben.

[0114] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es somit, den Wechsel des Lastaufnahmemittels automatisch zu erkennen, ohne dass hierfür Sensoren am Lastaufnahmemittel notwendig wären. Vielmehr erfolgt die Erkennung allein auf Grundlage des Signals der Hubkraft-Messvorrichtung sowie auf Grundlage der Bewegungen der Umschlagmaschine. Hierdurch kann bei einem Wechsel des Lastaufnahmemittels automatisch das sich ändernde Gewicht des Lastaufnahmemittels berücksichtigt werden.

[0115] Weiterhin ermöglicht die erfindungsgemäße Zykluserkennung eine äußerst zuverlässige und genaue Erfassung der Lastzyklen. Die durch die erfindungsgemäße Zykluserkennung gespeicherten Daten ermöglichen dabei eine Vielfalt von Funktionen.

Patentansprüche

1. System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen einer Maschine zum Umschlagen von Lasten (3), wobei die Maschine eine Hubvorrichtung (13) zum Anheben der Last (3) und eine Transportvorrichtung (5) zum horizontalen Bewegen der Last (3) umfasst, mit:

   einer Lastwechselerfassung zum automatischen Erfassen eines Lastwechsels zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale einer Hubkraft-Messvorrichtung,
   einer Lastpositionserfassung, welche die Position der Last (3) in zumindest einer horizontalen Richtung erfaßt, und
   einer Lastzykluserfassung zum automatischen Erfassen eines Lastzyklus, wobei die Lastzykluserfassung zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Lastwechselerfassung und der Lastpositionserfassung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass über die Lastzykluserfassung die Position der Last (3) als Lastaufnahmepunkt erfassbar ist, wenn ein positiver Lastwechsel erkannt wurde, wobei der positive Lastwechsel auf Grundlage einer Abfrage, ob die Last eine vorbestimmte Distanz zum Lastaufnahmepunkt in der Horizontalen bewegt wurde, als Beginn eines neuen Lastzyklus gewertet wird.

2. System nach Anspruch 1, mit einer Lastgeschwindigkeitserfassung, welche die Geschwindigkeit der Last (3) in zumindest einer horizontalen Richtung erfasst, wobei die Lastzykluserfassung weiterhin auf Grundlage der Ausgangssignale der Lastgeschwindigkeitserfassung erfolgt, wobei vorteilhafterweise die Lastzykluserfassung einen positiven Lastwechsel auf Grundlage einer Abfrage, ob die Lastgeschwindigkeit während des positiven Lastwechsels einen vorbestimmten Wert nicht überschritten hat, als Beginn eines neuen Lastzyklus wertet.

3. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Lastzykluserfassung das Ende eines aktiven Lastzyklus auf Grundlage einer Abfrage, ob ein negativer Lastwechsel erfolgt ist, bestimmt.

4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Lastzykluserfassung auf Grundlage eines diskreten Zustandsautomaten erfolgt, welcher mindestens folgende Zustände aufweist: keine Last

(3), positiver Lastwechsel erkannt, aktiver Lastzyklus bestätigt.

5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Lastzykluserfassung das Lastgewicht auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung erfasst, insbesondere durch eine Mittelwertbildung über den aktiven Lastzyklus oder einen Teilbereich des aktiven Lastzyklus.

6. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einer Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit, welche automatisch das Gewicht des Lastaufnahmemittels (12) erfasst.

7. System zur automatischen Erfassung von Wechseln des Lastaufnahmemittels (12) bei einer Maschine zum Umschlagen von Lasten, wobei die Maschine eine Hubvorrichtung zum Anheben der Last (3) umfaßt, mit:

einer Hubkraft-Messvorrichtung zum Messen der Hubkraft und
einer Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit, welche einen Wechsel des Lastaufnahmemittels (12) zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung automatisch erkennt.

8. System nach Anspruch 7, mit einer Positionserfassung, welche die Position des Lastaufnahmemittels (12) in zumindest einer horizontalen Richtung erfaßt, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit einen Wechsel des Lastaufnahmemittels (12) zumindest auf Grundlage der Ausgangssignale der Hubkraft-Messvorrichtung und auf Grundlage der Positionserfassung automatisch erkennt.

9. System nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassung auf Grundlage einer Lastzykluserfassung erfolgt, insbesondere auf Grundalge eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei vorteilhafterweise die Lastaufnahmemittel-Erfassung die Position des Lastaufnahmemittels (12) erfasst, wenn ein negativer Lastwechsel erfolgt ist, während kein aktiver Lastzyklus vorliegt" wobei der negative Lastwechsel auf Grundlage einer Abfrage, ob nach dem negativen Lastwechsel das Lastaufnahmemittel (12) eine vorbestimmte Distanz zur erfaßten Position in der Horizontalen bewegt wurde, als ein Wechsel zu einem leichteren Lastaufnahmemittel (12) gewertet wird.

10. System nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Lastaufnahmemittel-Erfassungseinheit einen Wechsel des Lastaufnahmemittels (12) auf Grundlage mehrerer parallel laufender diskreter Zustandsautomaten erfasst, deren Zustände von einer übergeordneten Kontroll-Logik überprüft werden.

11. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Lastzykluserfassung zu jedem erfassten Lastzyklus Lastzyklusdaten in einer Datenbank abspeichert, wobei die Datenbank eine spätere Auswertung der Daten ermöglicht.

12. System nach Anspruch 11, wobei die Lastzyklusdaten ein oder mehrere der folgenden Daten umfassen: Lastgewicht, Dauer Lastzyklus, Start- und Stoppposition, Start- und Stoppzeit, Gewicht Lastaufnahmemittel (12), Minimal- und Maximalwerte der Last (3) während des Lastzyklus, Fahrstrecke, Kennzahlen der Maschine oder der Antriebe der Maschine.

13. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Auswertung der Daten eine Bestimmung einer oder mehrerer der folgenden Daten umfasst: Energie/Kraftstoffverbrauch, Gesamtgewicht der umgeschlagenen Last, Durchschnitts-Umschlagleistung, Leistungs/Performance-Indices.

14. Umschlagmaschine, mit einem System zur automatischen Erfassung von Lastzyklen nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

15. Verfahren zum Betrieb eines der Systeme gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche.

Claims

1. A system for the automatic detection of load cycles of a machine for the transferring of loads (3), wherein the machine includes a lifting apparatus (13) for the raising of the load (3) and a transport apparatus (5) for the horizontal movement of the load (3), comprising:

a load change detection for the automatic detection of a load change at least on the basis of the output signals of a lifting force measurement apparatus;
a load position detection which detects the position of the load (3) in at least a horizontal direction; and
a load cycle detection for the automatic detection of a load cycle, wherein the load cycle detection takes place at least on the basis of the output signals of the load change detection and of the load position detection,
characterized in that
the position of the load (3) can be detected as the load suspension point by the load cycle detection when a positive load change was recognized;
wherein the positive load change is evaluated

as the start of a new load cycle on the basis of a query as to whether the load has been moved a predetermined distance from the load suspension point in the horizontal.

2. A system in accordance with claim 1, comprising:a load speed detection which detects the speed of the load (3) at least in a horizontal direction, wherein the load cycle detection furthermore takes place on the basis of the output signals of the load speed detection, wherein the load cycle detection advantageously evaluates a positive load change as the start of a new load cycle on the basis of a query as to whether the load speed has not exceeded a predetermined value during the positive load change.

3. A system in accordance with one of the preceding claims, wherein the load cycle detection determines the end of an active load cycle on the basis of a query as to whether a negative load change has taken place.

4. A system in accordance with one of the preceding claims, wherein the load cycle detection takes place on the basis of a discrete finite-state machine which has at least the following states: No load (3); positive load change recognized; active load cycle confirmed.

5. A system in accordance with one of the preceding claims, wherein the load cycle detection detects the load weight on the basis of the output signals of the lifting force measurement device, in particular by a mean value formation i over the active load cycle or over a part range of the active load cycle.

6. A system in accordance with one of the preceding claims, comprising a load suspension means detection unit which automatically detects the weight of the load suspension means (12).

7. A system for the automatic detection of changes of the load suspension means (12) in a machine for the transferring of loads, wherein the machine includes a lifting apparatus for the raising of the load (3), comprising:

a lifting force measurement apparatus for the measurement of the lifting force; and
a load suspension means detection unit which automatically recognizes a change of the load suspension means (12) at least on the basis of the output signals of the lifting force measuring apparatus.

8. A system in accordance with claim 7, comprising a position detection which detects the position of the load suspension means (12) in at least a horizontal direction, wherein the load suspension means detection unit automatically recognizes a change of the load suspension means (12) at least on the basis of the output signals of the lifting force measurement apparatus and on the basis of the position detection.

9. A system in accordance with claim 7 or claim 8, wherein the load suspension means detection takes place on the basis of a load cycle detection, in particular on the basis of a system in accordance with one of the claims 1 to 6, wherein the load suspension means detection advantageously detects the position of the load suspension means (12) when a negative load change has occurred, while no active load cycle is present, wherein the negative load change is evaluated as a change to a lighter load suspension means (12) on the basis of a query as to whether the load suspension means (12) was moved a predetermined distance from the detected position in the horizontal after the negative load change.

10. A system in accordance with one of the claims 7 to 9, wherein the load suspension means detection unit detects a change of the load suspension means (12) on the basis of a plurality of discrete finite-state machines running in parallel whose states are checked by a higher-ranking control logic.

11. A system in accordance with one of the preceding claims, wherein the load cycle detection stores load cycle data of every detected load cycle in a database, wherein the database enables a later evaluation of the data.

12. A system in accordance with claim 11, wherein the load cycle data include one or more of the following data: Load weight, load cycle duration, start and stop position, start and stop time, weight of the load suspension means (12), minimal and maximum values of the load (3) during the load cycle, travel distance, characteristics of the machine or of the drives of the machine.

13. A system in accordance with claim 11 or claim 12, wherein the evaluation of the data includes a determination of one or more of the following data:

Energy/fuel consumption, total weight of the transferred load, average transfer performance, power/performance indices.

14. A transfer machine, comprising a system for the automatic detection of load cycles in accordance with one of the preceding claims.

15. A method for the operation of one of the systems in accordance with one of the preceding claims.

Revendications

1. Système de détection automatique de cycles de charge d'une machine destinée à manutentionner des charges (3), la machine comprenant un dispositif de levage (13) destiné à lever la charge (3) et un dispositif de transport (5) destiné à déplacer horizontalement la charge (3), comprenant :

   une détection de changement de charge destinée à détecter automatiquement un changement de charge au moins sur la base des signaux de sortie d'un dispositif de mesure de force de levage,
   une détection de position de charge, qui détecte la position de la charge (3) dans au moins une direction horizontale, et
   une détection de cycle de charge destinée à détecter automatiquement un cycle de charge, la détection de cycle de charge étant effectuée au moins sur la base des signaux de sortie de la détection de changement de charge et de la détection de position de charge, **caractérisé en ce que**
   par l'intermédiaire de la détection de cycle de charge, la position de la charge (3) peut être détectée en tant que point de réception de la charge quand un changement de charge positif a été détecté, le changement de charge positif étant considéré comme le début d'un nouveau cycle de charge sur la base d'une requête consistant à déterminer si la charge a été déplacée sur une distance prédéterminée par rapport au point de réception de la charge dans la direction horizontale.

2. Système selon la revendication 1, comprenant une détection de vitesse de charge qui détecte la vitesse de la charge (3) dans au moins une direction horizontale, la détection de cycle de charge étant en outre effectuée sur la base des signaux de sortie de la détection de vitesse de charge, la détection de cycle de charge considérant avantageusement un changement de charge positif comme le début d'un nouveau cycle de charge sur la base d'une requête consistant à déterminer si la vitesse de charge pendant le changement de charge positif n'a pas dépassé une valeur prédéterminée.

3. Système selon l'une des revendications précédentes, la détection de cycle de charge déterminant la fin d'un cycle de charge actif sur la base d'une requête consistant à déterminer si un changement de charge négatif s'est produit.

4. Système selon l'une des revendications précédentes, la détection de cycle de charge étant effectuée sur la base d'un automate fini discret qui comporte au moins les états suivants : aucune charge (3), changement de charge positif détecté, cycle de charge actif confirmé.

5. Système selon l'une des revendications précédentes, la détection de cycle de charge détectant le poids de la charge sur la base des signaux de sortie du dispositif de mesure de force de levage, notamment par la détermination d'une moyenne pour le cycle de charge actif ou une partie du cycle de charge actif.

6. Système selon l'une des revendications précédentes, comprenant une unité de détection de moyen de réception de charge qui détecte automatiquement le poids du moyen de réception de charge (12).

7. Système de détection automatique de changements du moyen de réception de charge (12) pour une machine destinée à manutentionner des charges, la machine comprenant un dispositif de levage pour lever la charge (3), comprenant :

   un dispositif de mesure de force de levage destiné à mesurer la force de levage et
   une unité de détection de moyen de réception de charge qui détecte automatiquement un changement du moyen de réception de charge (12) au moins sur la base des signaux de sortie du dispositif de mesure de force de levage.

8. Système selon la revendication 7, comprenant une détection de position qui détecte la position du moyen de réception de charge (12) dans au moins une direction horizontale, l'unité de détection de moyen de réception de charge détectant automatiquement un changement du moyen de réception de charge (12) au moins sur la base des signaux de sortie du dispositif de mesure de force de levage et sur la base de la détection de position.

9. Système selon la revendication 7 ou 8, la détection de moyen de réception de charge étant effectuée sur la base d'une détection de cycle de charge, notamment sur la base d'un système selon l'une des revendications 1 à 6, la détection de moyen de réception de charge détectant avantageusement la position du moyen de réception de charge (12) quand un changement de charge négatif s'est produit en l'absence d'un cycle de charge actif, le changement de charge négatif étant considéré comme le changement du moyen de réception de charge (12) pour un autre plus léger sur la base d'une requête consistant à déterminer si après le changement de charge négatif le moyen de réception de charge (12) a été déplacé sur une distance prédéterminée par rapport à la position détectée dans la direction horizontale.

10. Système selon l'une des revendications 7 à 9, l'unité de détection de moyen de réception de charge détectant un changement du moyen de réception de charge (12) sur la base de plusieurs automates finis discrets fonctionnant en parallèle, dont les états sont vérifiés par une logique de contrôle de niveau supérieur.

11. Système selon l'une des revendications précédentes, la détection de cycle de charge enregistrant des données de cycle de charge dans une banque de données pour chaque cycle de charge détecté, la banque de données permettant une évaluation ultérieure des données.

12. Système selon la revendication 11, les données de cycle de charge comprenant une ou plusieurs des données suivantes : poids de la charge, durée du cycle de charge, position de départ et d'arrêt, temps de départ et d'arrêt, poids du moyen de réception de charge (12), valeurs minimale et maximale de la charge (3) pendant le cycle de charge, trajet, caractéristiques de la machine ou des entraînements de la machine.

13. Système selon la revendication 11 ou 12, l'évaluation des données comprenant une détermination d'une ou de plusieurs des données suivantes :

consommation d'énergie / de carburant, poids total de la charge manutentionnée, puissance moyenne de manutention, indice puissance/performance.

14. Machine de manutention, comprenant un système de détection automatique de cycles de charge selon l'une des revendications précédentes.

15. Procédé d'exploitation de l'un des systèmes selon l'une des revendications précédentes.

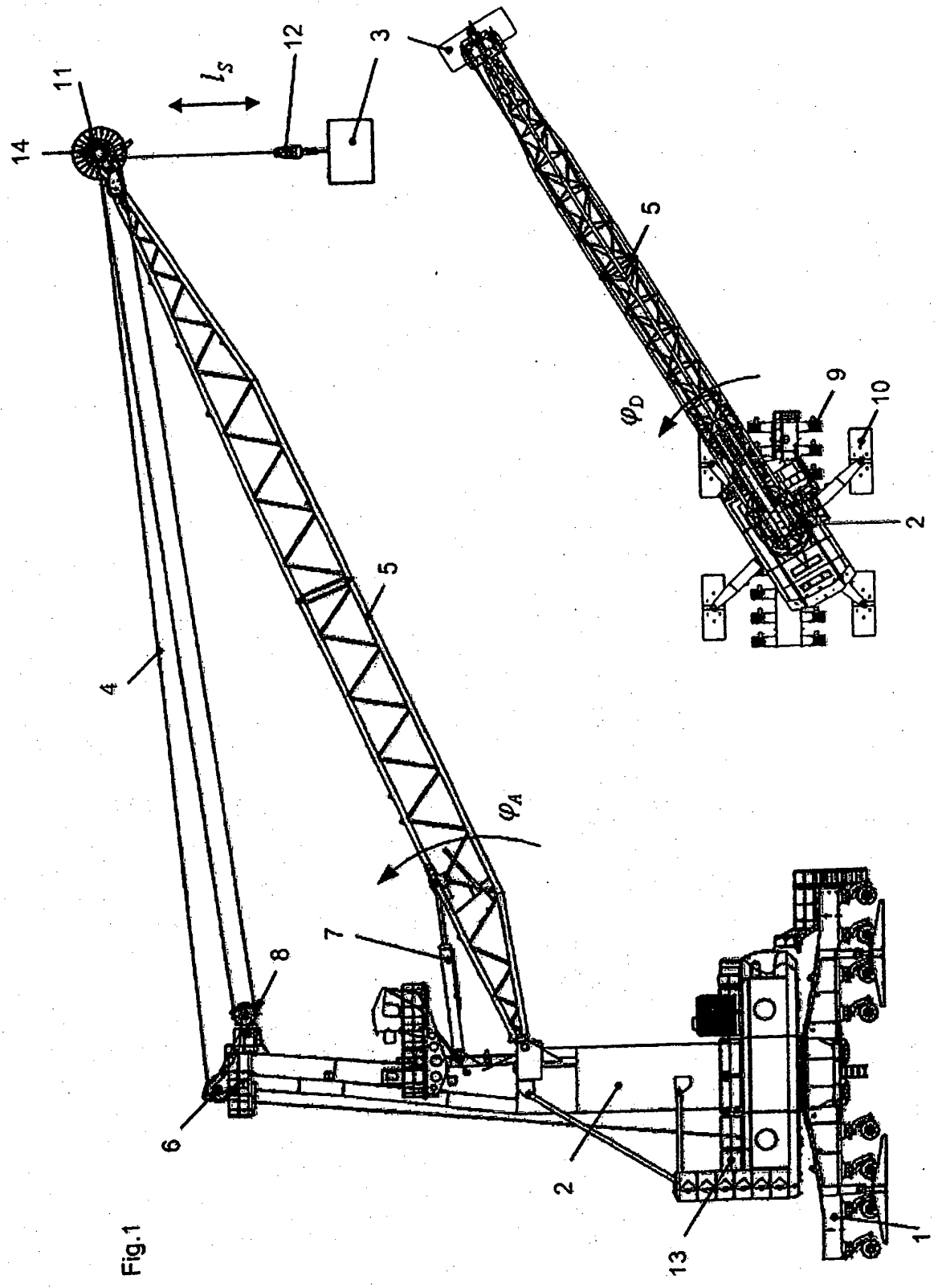


Fig.1

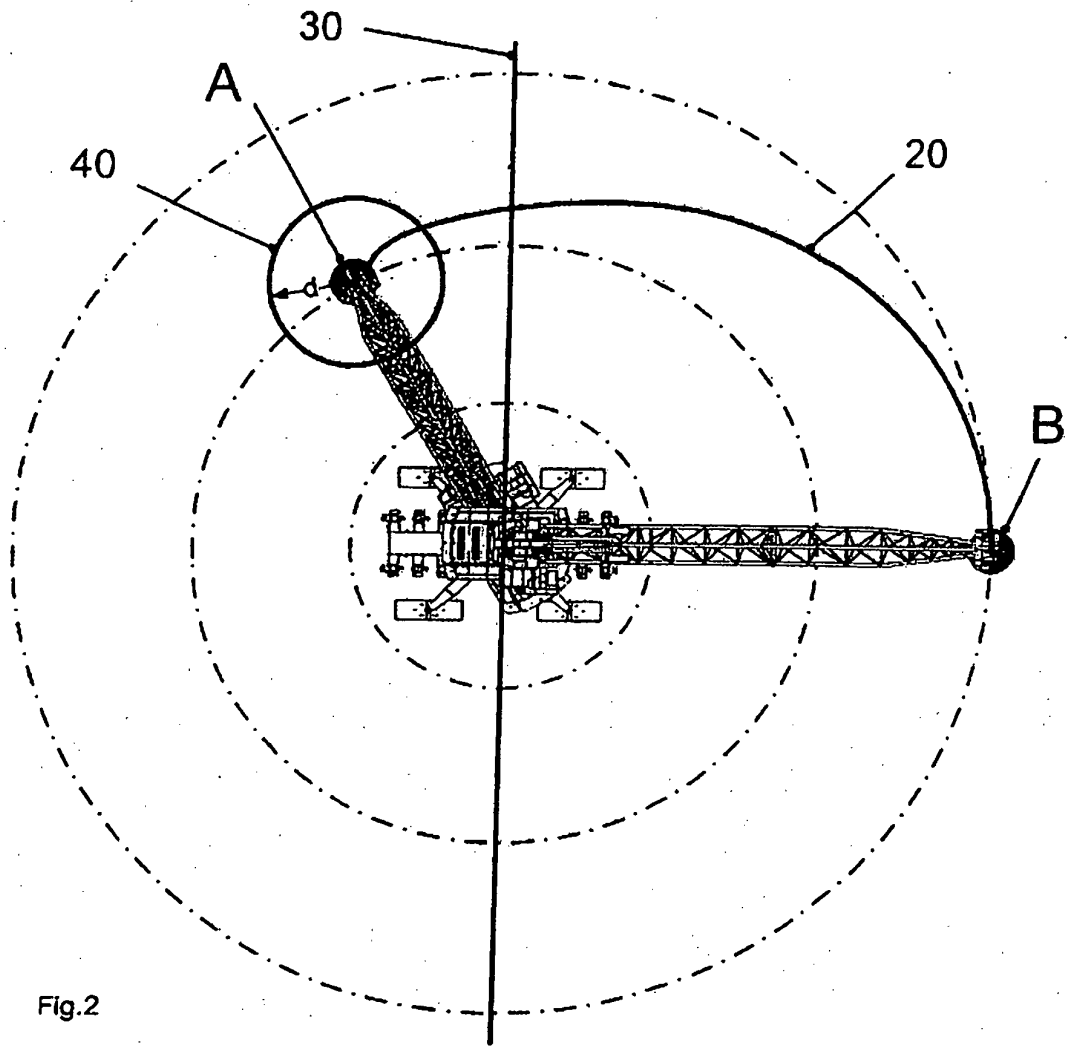


Fig.2

FIG. 3b

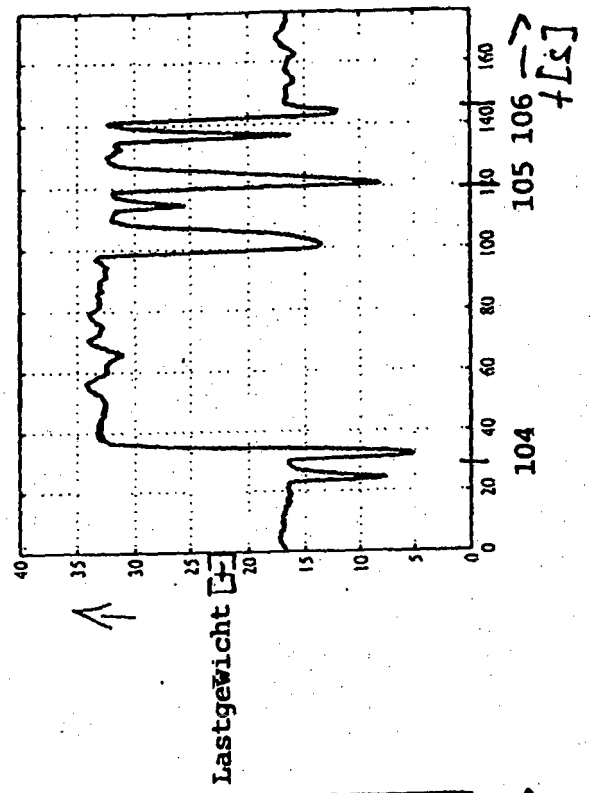
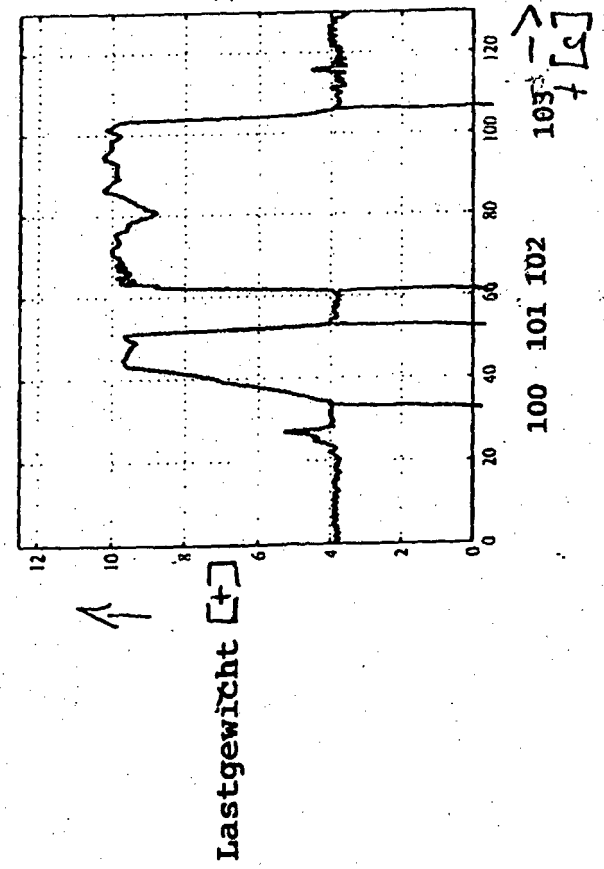


FIG. 3a



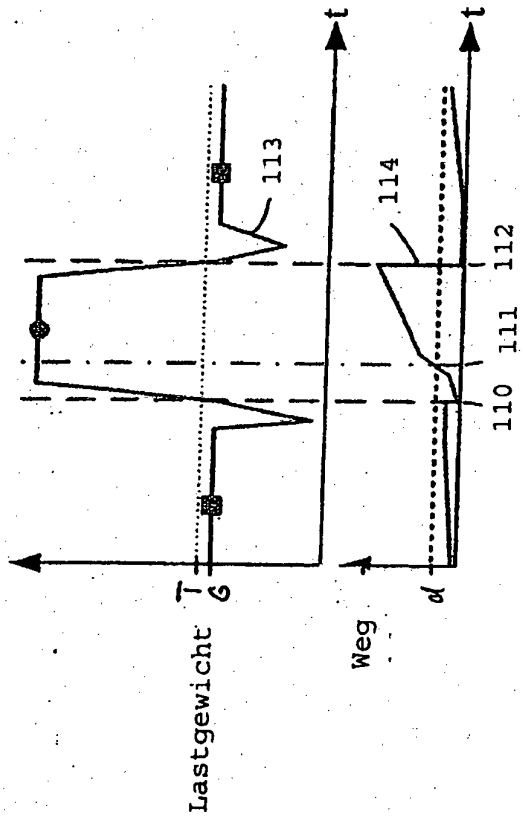

t
t
113
114
112
111
110
T
G
Lastgewicht
Weg
d

FIG. 4b

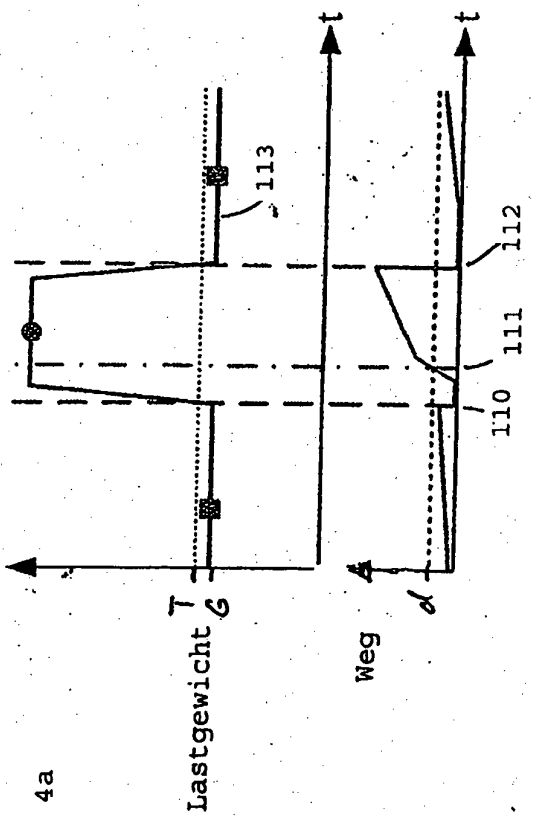

t
t
113
112
111
110
T
G
Lastgewicht
Weg
d

FIG. 4a

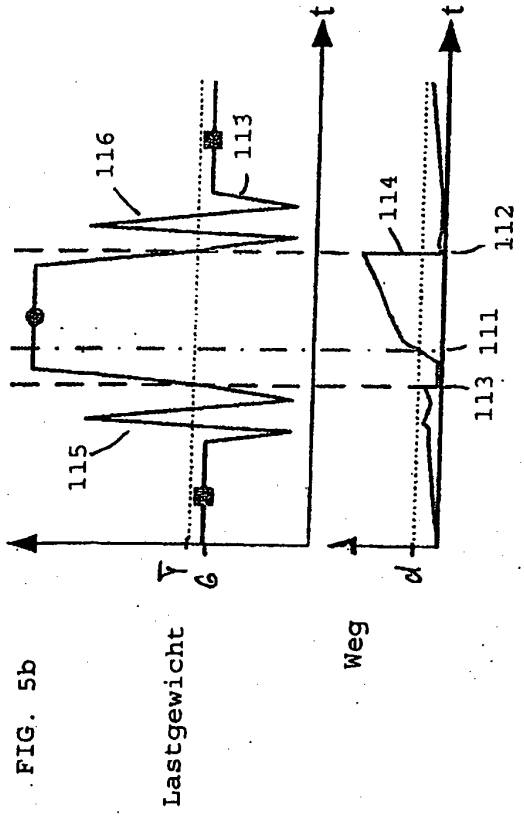

116
113
115
114
112
113
111
t
t
T
G
d
Lastgewicht
Weg

FIG. 5b

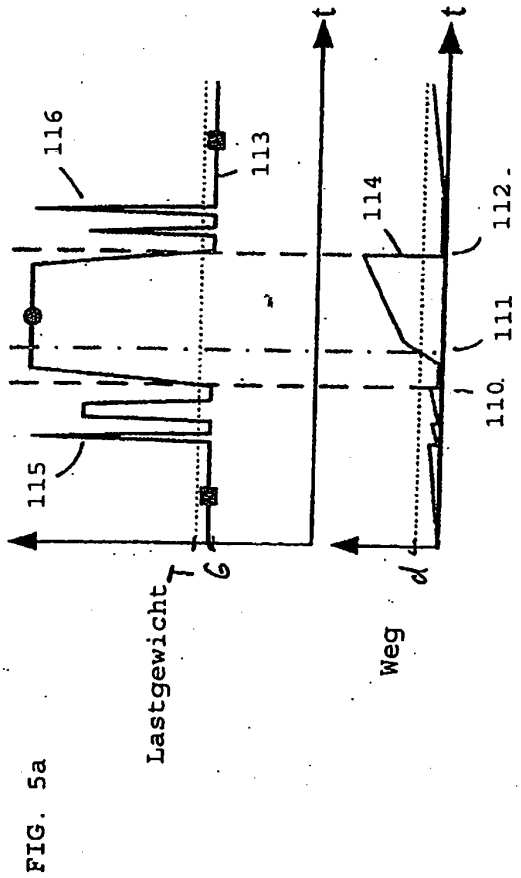

116
113
114
112
115
111
110
t
t
T
G
d
Lastgewicht
Weg

FIG. 5a

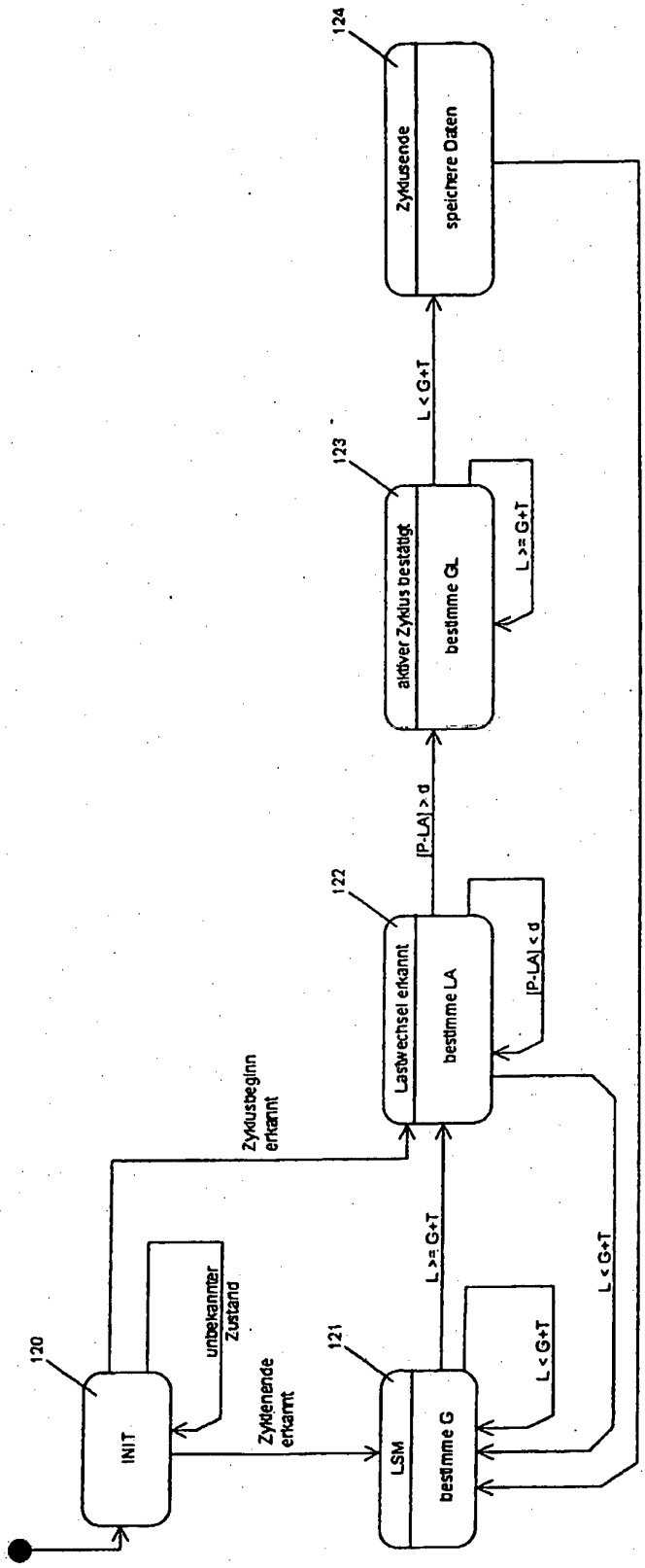
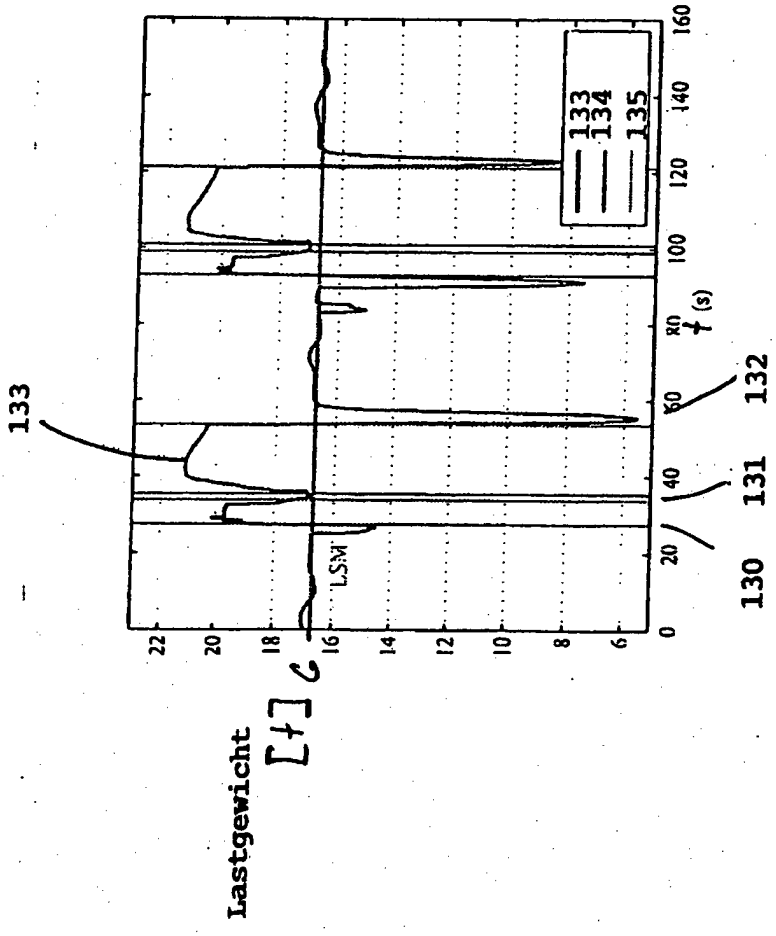

120
INIT
unbekannter Zustand
121
LSM
bestimme G
L < G+T
122
Lastwechsel erkannt
bestimme LA
|P-LA| < d
123
aktiver Zyklus bestätigt
bestimme GL
L >= G+T
124
Zyklusende
speichere Daten
Zyklusbeginn erkannt
Zyklusende erkannt
L >= G+T
|P-LA| > d
L < G+T

FIG. 6

FIG. 7



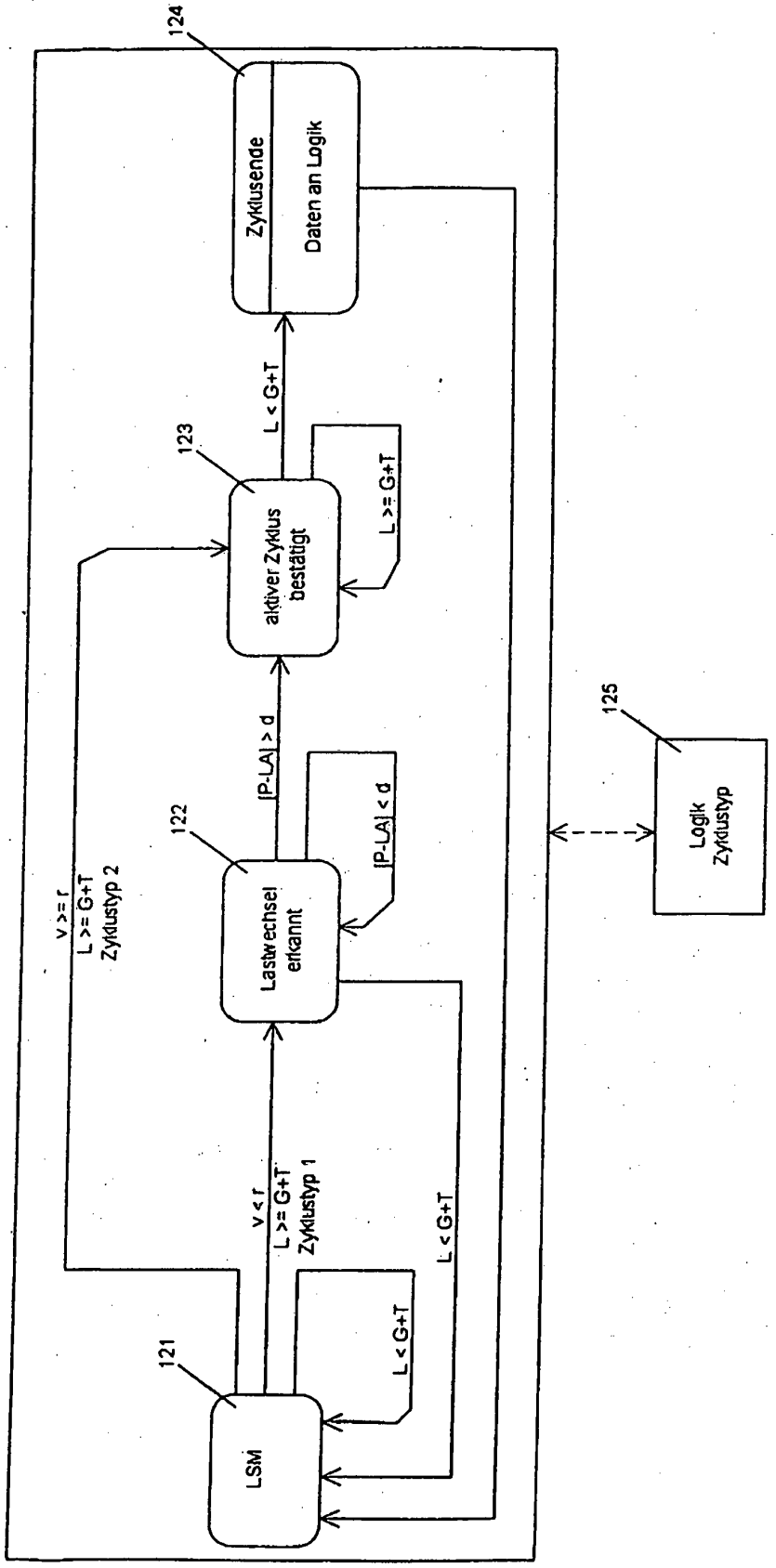
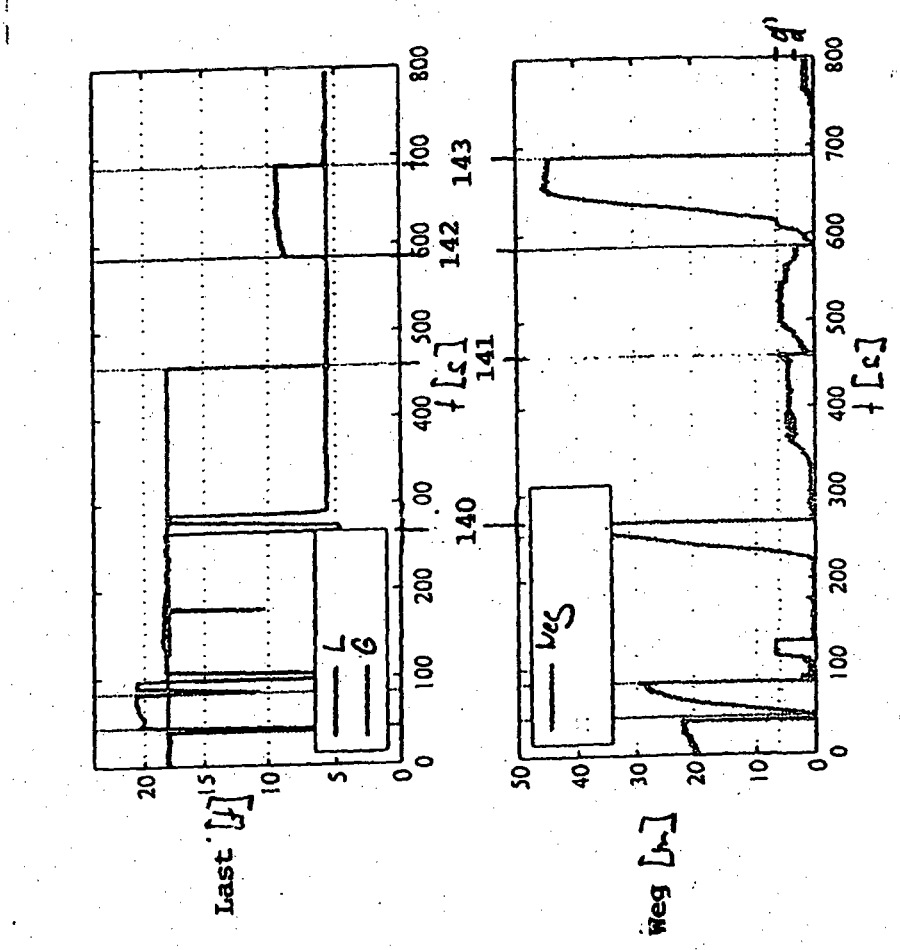

124
Zyklusende
Daten an Logik
123
aktiver Zyklus bestätigt
L < G+T
L >= G+T
122
Lastwechsel erkannt
|P-LA| > d
|P-LA| < d
v >= r
L >= G+T
Zyklustyp 2
v < r
L >= G+T
Zyklustyp 1
L < G+T
L < G+T
121
LSM
125
Logik Zyklustyp

FIG. 8

FIG. 9



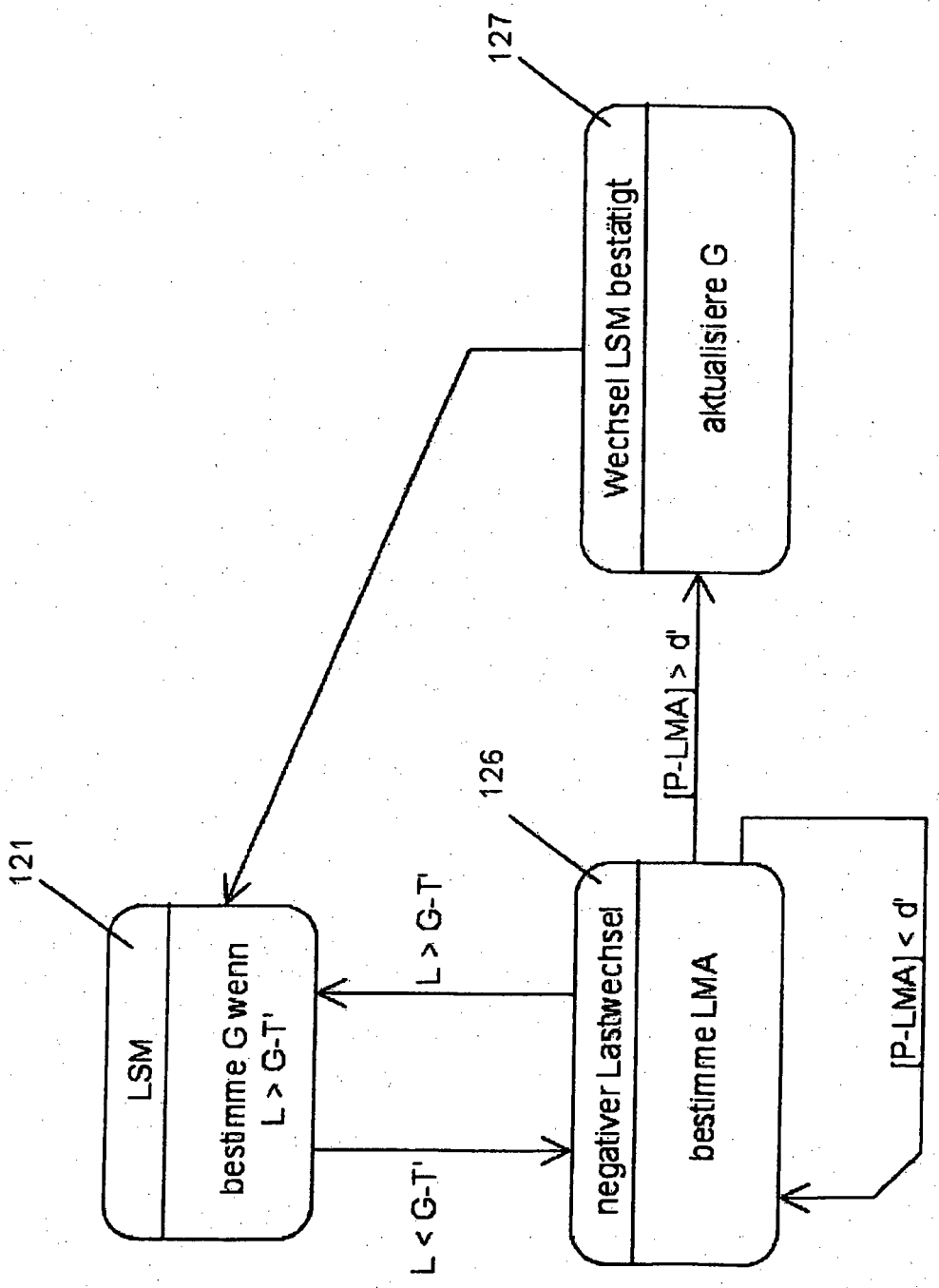

127
Wechsel LSM bestätigt
aktualisiere G
121
LSM
bestimme G wenn
L > G-T'
L > G-T'
L < G-T'
126
negativer Lastwechsel
bestimme LMA
[P-LMA] > d'
[P-LMA] < d'

FIG. 10

FIG. 11b

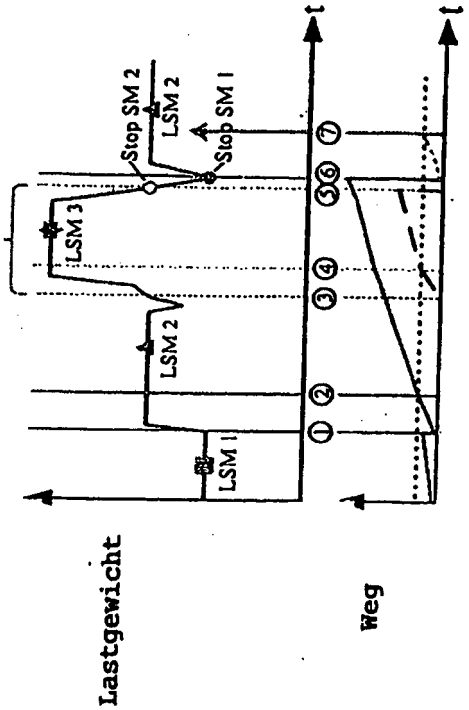
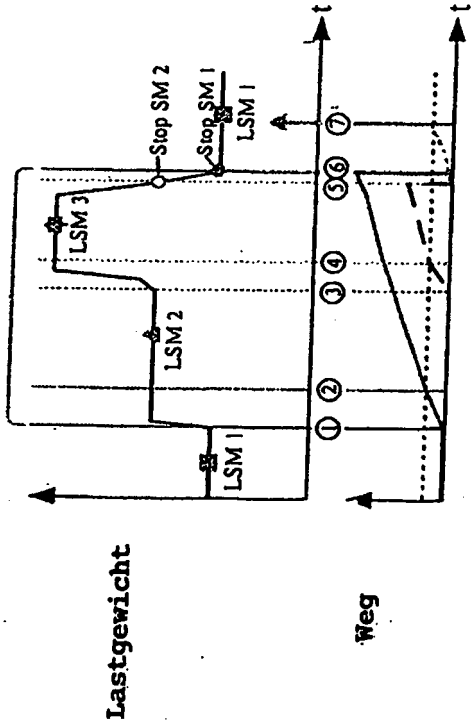


FIG. 11a



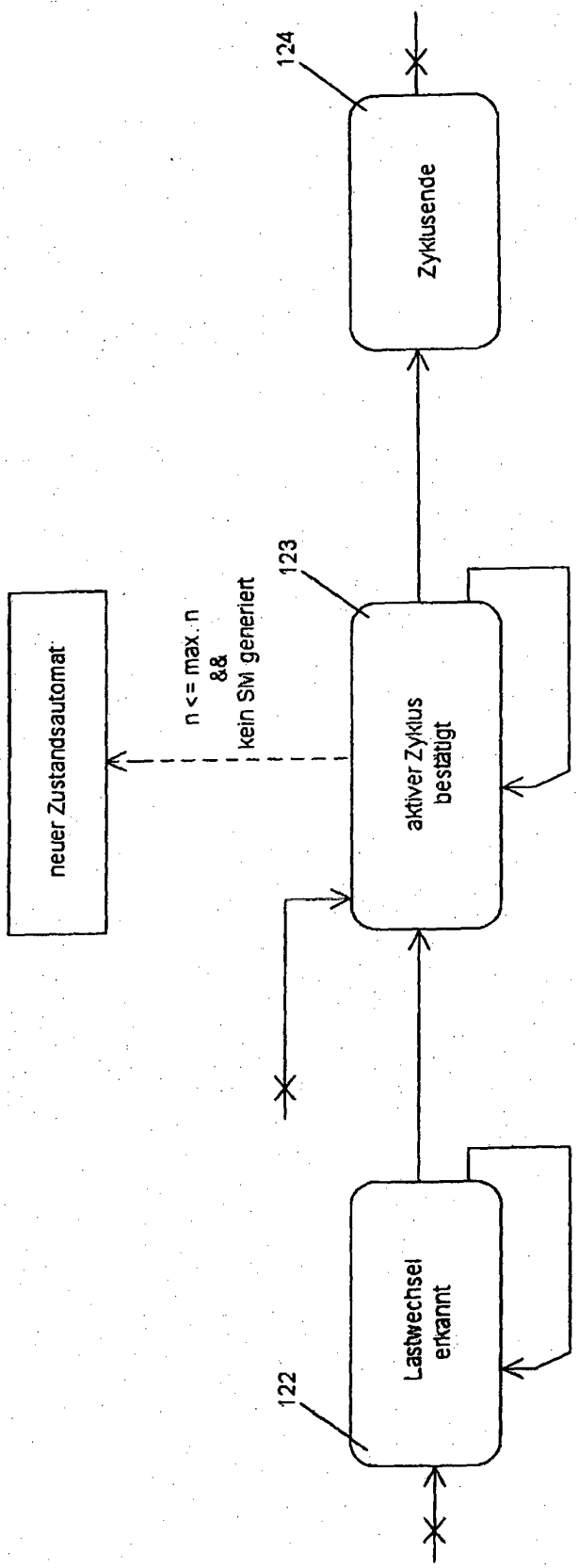

124
Zyklusende
123
aktiver Zyklus bestätigt
n <= max. n
&&
kein SM generiert
neuer Zustandsautomat
122
Lastwechsel erkannt

FIG. 12

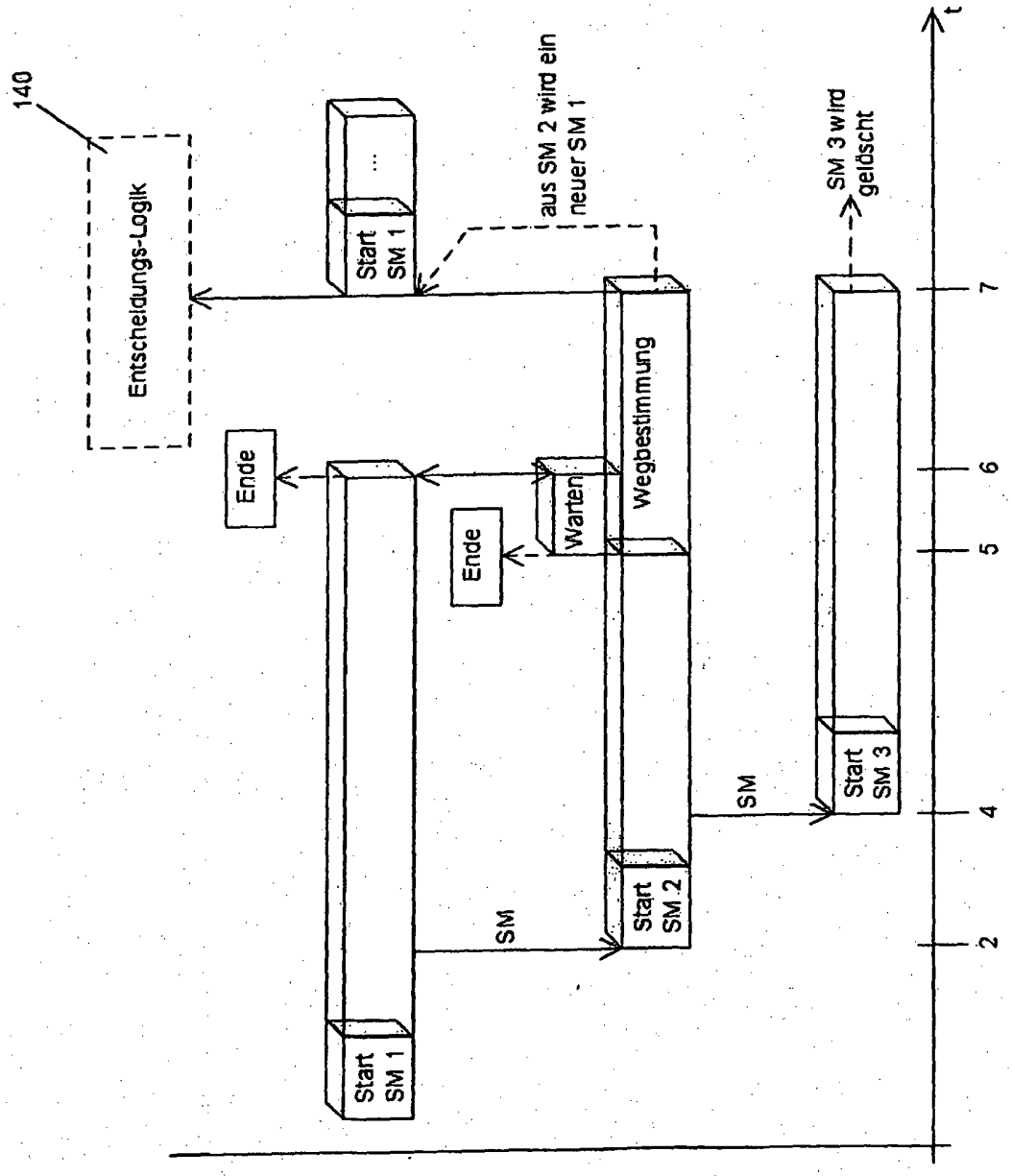

140
Entscheidungs-Logik
Start SM 1
...
aus SM 2 wird ein neuer SM 1
SM 3 wird gelöscht
t
Ende
Warten
Wegbestimmung
Ende
SM
SM
Start SM 1
Start SM 2
Start SM 3
2
4
5
6
7

FIG. 13

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 60100577 T2 **[0006]**