

(19)



(11)

EP 3 293 141 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.03.2018 Patentblatt 2018/11

(51) Int Cl.:
B66C 13/30 (2006.01) B66C 13/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16187545.5**

(22) Anmeldetag: **07.09.2016**

(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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

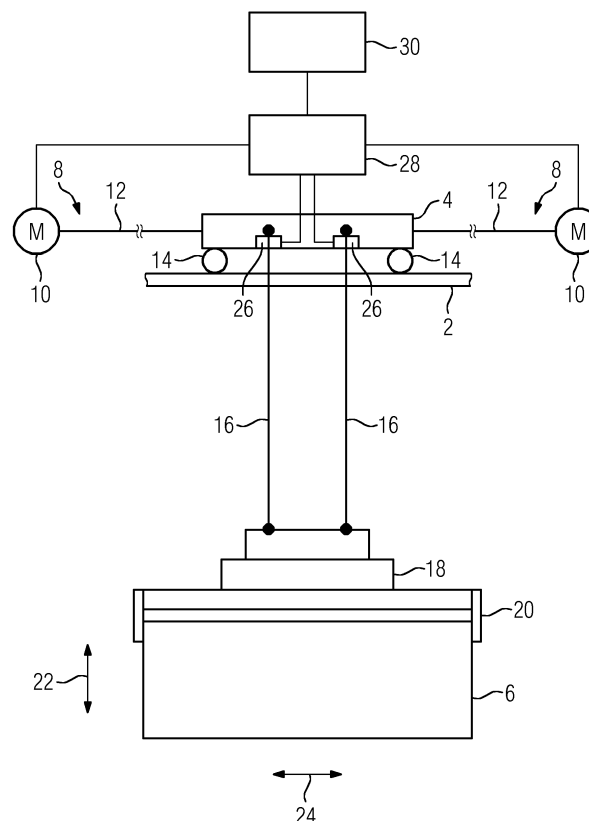
(72) Erfinder:
• **Ladra, Uwe**
91056 Erlangen (DE)
• **Recktenwald, Alois**
91074 Herzogenaurach (DE)

(54) **BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINE KRANANLAGE, INSBESONDERE FÜR EINEN CONTAINERKRAN**

(57) Eine Krananlage, insbesondere ein Containerkran, umfasst eine Katze (4) zum Transport einer Last (6). Die zu transportierende Last (6) bestimmt eine Beladung der Katze (4). Die Krananlage weist einen mit der Katze (4) verbundenen Verfahrantrieb (8) und eine mit dem Verfahrantrieb (8) verbundene Katzsteuerung (28)

zur Steuerung von Verfahrbewegungen der Katze (4) auf. Die Katzsteuerung (28) steuert Beschleunigungs- und Bremsvorgänge bei der Verfahrbewegung der Katze (4) in Abhängigkeit der Beladung der Katze (4) und der maximal zur Verfügung stehenden Antriebskraft des Verfahrantriebs (8).

FIG 1

**EP 3 293 141 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Krananlage, insbesondere für einen Containerkran, mit einer Katze zum Transport einer Last, wobei die zu transportierende Last eine Beladung der Katze bestimmt, einen mit der Katze verbundenen Verfahrentrieb und eine mit dem Verfahrentrieb verbundene Katzsteuerung zur Steuerung von Verfahrbewegungen der Katze.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm, das Maschinencode umfasst, der von einer Katzsteuerung abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Katzsteuerung bewirkt, dass die Katzsteuerung Verfahrbewegung der Katze steuert.

[0003] Krananlagen dienen bekanntermaßen zum Umschlagen von Gütern, wobei insbesondere Containerkrananlagen zum Bewegen oder Transportieren großer Container dienen, die beispielsweise zwischen 20 Fuß und 48 Fuß lang sind. Typische Größen sind 20 Fuß, 40 Fuß und 48 Fuß. Ein Fuß entspricht 12 Zoll und somit 30,48 cm. Containerkrananlagen kommen beispielsweise zum Be- und Entladen von Schiffen oder Eisenbahnwagons etc. zum Einsatz. Eine solche Krananlage weist in der Regel eine horizontal verfahrbare Katze auf, an der ein Lastaufnahmemittel, also beispielsweise ein Containergeschirr oder ein Container-Spreader, hängt, über welches die zu bewegende Last gegriffen wird. Der Containerumschlag erfolgt hauptsächlich über die Katzbewegung.

[0004] Das Be- und Entladen der Containerschiffe erfolgt bei bemannten Containerbrücken durch einen Kranfahrer, der in einer Kabine sitzt, die in der Regel an der Katze angebracht ist. Bei bemannten Containerbrücken werden Beschleunigungen und auch Änderungen der Beschleunigung (d.h. der Ruck) während des Containerumschlags begrenzt, damit der mitfahrende Kranfahrer durch dabei auftretende Beschleunigungskräfte physisch nicht unzulässig beansprucht und in seinem Wohlbefinden nicht beeinträchtigt wird.

[0005] So ist bei bemannten Containerbrücken der Verfahrentrieb der Katze für eine definierte Beschleunigung (beispielsweise $0,6 \text{ m/s}^2$) bei einer maximalen Beladung oder maximal zu transportierenden Last ausgelegt. Maximale Beladung heißt beispielsweise eine Gesamtmasse im Bereich von 110 t, die bewegt werden muss. Dabei setzt sich diese Gesamtmasse beispielsweise wie folgt zusammen:

Masse der Katze:	ca. 25-30 t
Masse des Headblocks:	ca. 5-10 t
Masse des Spreaders:	ca. 10-15 t
max. Containermasse, zwei 20-Fuß-Container, voll beladen:	ca. 60 t

[0006] Beschleunigungen und Bremsvorgänge bei den Verfahrbewegungen der Katze erfolgen somit mit der einmal definierten Beschleunigung von beispielsweise $0,6 \text{ m/s}^2$. Dies gilt auch dann, wenn eine geringere als die maximale Beladung umgeschlagen werden soll.

[0007] Neue Containerbrücken werden mehr und mehr ohne eine Kranfahrerkabine ausgestattet und werden automatisch betrieben. Zum Aufnehmen und Absetzen der Last in der Zielposition werden die Containerbrücken in der Regel über einen Remote-Control-Desk gesteuert. Das ermöglicht einen automatischen Betrieb der Containerbrücke. Die anzufahrenden Zielpositionen zum Beladen und Entladen werden der Kransteuerung über Verladeaufträge mitgeteilt.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Betriebsverfahren für eine Krananlage anzugeben, womit insbesondere im automatischen Kranbetrieb ein im Vergleich zu bisher bekannten Betriebsverfahren schnellerer Güterumschlag möglich ist.

[0009] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 10.

[0010] Erfindungsgemäß wird das eingangs angegebene Betriebsverfahren dadurch ausgestaltet, dass die Katzsteuerung Beschleunigungs- und Bremsvorgänge bei der Verfahrbewegung der Katze in Abhängigkeit der Beladung der Katze und der maximal zur Verfügung stehenden Antriebskraft steuert. Dies führt zu zeitlich optimalen Fahrkurven, weil bei allen Beschleunigungs- und Bremsvorgängen in den Fahrkurven stets die maximale Antriebskraft des Verfahrentriebs genutzt werden kann.

[0011] Dieses Betriebsverfahren führt insbesondere bei einem automatischen Betrieb der Krananlage zu einem zeitoptimierten Güterumschlag. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass sich die zu bewegenden Massen bei den einzelnen Verfahrensvorgängen beträchtlich ändern können. Beispielsweise kann ein Container eine Masse von 25 t aufweisen, ein anderer Container eine Masse von 10 t. Zudem gibt es noch sogenannte Leerfahrten, also Fahrten ohne Container am Lastaufnahmemittel. Damit gelten für den automatischen Betrieb andere Voraussetzungen für einen zeitoptimierten Containerumschlag als für den halbautomatischen Betrieb mit einem mitfahrenden Kranführer, wo die sich ergebenden hohen Beschleunigungswerte bei verminderter Last aufgrund der begrenzten physischen Belastbarkeit des Kranfahrers nicht möglich wären.

[0012] Die auftretenden Masseunterschiede ergeben sich einerseits durch die Variation der Fracht in den Containern, andererseits auch durch unterschiedliche Containerarten und -größen, so dass sich auch die Leermasse alleine schon von Container zu Container ändern kann.

[0013] Außerdem können mit unterschiedlichen Spreader-Typen, die auch mit ihrer Spreader-Masse variieren, eine unterschiedliche Anzahl von Containern mit unterschiedlicher Bauart und Größe transportiert werden. Es ist also eine große Vielfalt beim Containertransport möglich, womit auch immer eine andere Masse transportiert wird.

[0014] Die Massen, die konstant bleiben, sind die Masse der Katze selber und die Masse des Headblocks. Alles andere kann variieren.

[0015] Ein Beispiel soll den durch die Erfindung ermöglichten Zeitgewinn veranschaulichen. Beim Entladen eines Containerschiffes wird z.B. ein Doppelcontainer vom Schiff an Land gebracht. Auf dem Rückweg zum Schiff wird dann aus Logistik-Gründen meistens kein Container transportiert. Bei dieser sogenannten Leerfahrt beträgt die zu bewegende Masse von Headblock plus Spreader beispielsweise 20 t. Mit der Katze zusammen beträgt die Gesamtmasse dann beispielsweise 50 t, was ungefähr die Hälfte der Maximalbeladung von 110 t darstellt. Demzufolge könnte man unter Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Antriebskraft bei diesen Leerfahrten mit etwas mehr als doppelter Beschleunigung fahren. Beim Transport nur eines 20 Fuß-Containers vom Schiff an Land würde man ca. 25 % weniger Gesamtmasse haben, so dass in diesem Fall mit 25 % mehr Beschleunigung gefahren werden könnte als mit Maximalbeladung.

[0016] Da der Trend immer mehr zu seilgezogenen Katzen hingeht, steht einer Erhöhung der Katzbeschleunigung auch nichts im Wege, denn bei einem derartigen Verfahrentrieb ist grundsätzlich keine Begrenzung der Beschleunigung durch den Rad-Schiene-Reibschluss gegeben.

[0017] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Betriebsverfahrens ist durch die Merkmale des Anspruchs 2 gegeben. Danach wird die Beladung der Katze mit einer mit der Katze und der Last verbundenen Lastmesseinrichtung erfasst. Damit steht der Katzsteuerung unmittelbar und jederzeit die aktuelle Beladung zur Vorgabe und Steuerung der Verfahrensbewegung zur Verfügung.

[0018] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Betriebsverfahrens ist durch die Merkmale des Anspruchs 6 gegeben. Danach steuert die Katzsteuerung die Verfahrensbewegung derart, dass Pendelungen der Last beim Erreichen einer Zielposition kompensiert sind. Damit ist die für den Güterumschlag benötigte Zeit weiter verkürzt, da Wartezeiten aufgrund von Auspendelungen entfallen. Eine Pendelregelung zum Dämpfen der Pendelbewegung muss damit nur noch Störgrößen, wie beispielsweise den Winddruck, ausregeln. Damit ist ein deutlich schnelleres Positionieren gegenüber dem herkömmlichen Betrieb möglich. Im herkömmlichen Betrieb wirkt die Pendelregelung während des gesamten Verfahrenswegs. Es gibt im herkömmlichen Betrieb keine Trennung von Führungs- und Störverhalten, damit sie auch bei manuellen Eingriffen des Kranfahrers auf die Verfahrensgeschwindigkeit (Änderungen der Führungsgröße) Pendelbewegungen kompensieren kann.

[0019] Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Betriebsverfahrens ist durch die Merkmale des Anspruchs 8 gegeben. Danach umfasst der Verfahrentrieb mindestens einen Elektromotor, und der mindestens eine Elektromotor wird während der Verfahrensbewegung in mindestens zwei verschiedenen Arbeitspunkten betrieben. Damit ist mit dem Ziel einer möglichst hohen Verfahrensgeschwindigkeit eine Kaskadierung von mehreren verschiedenen zeitoptimierten Fahrkurven insbesondere bei langen Verfahrenswegen möglich. Beim Beschleunigen wird der Motor bis zum Erreichen einer ersten maximalen Geschwindigkeit in seinem ersten Arbeitspunkt betrieben. Dann wird der Motor in einem zweiten Arbeitspunkt betrieben, der durch eine zweite maximale Geschwindigkeit charakterisiert ist. Die zweite maximale Geschwindigkeit ist höher als die erste maximale Geschwindigkeit. Diese erhöhte maximale Geschwindigkeit wird dann im Konstantfahrbereich genutzt. Bei sehr langen Verfahrenswegen ist eine mehrfache Kaskadierung von mehreren Arbeitspunkten möglich, wobei sich die Arbeitspunkte durch jeweils höhere Drehzahlen bei niedrigerem Drehmoment unterscheiden.

[0020] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Erfindungsgemäß ist ein Computerprogramm derart ausgestaltet, dass die Abarbeitung von dessen Maschinencode durch die Katzsteuerung bewirkt, dass die Katzsteuerung eine Beladung einer von der Katzsteuerung gesteuerten Katze entgegennimmt und Beschleunigungs- und Bremsvorgänge bei der Verfahrensbewegung der Katze in Abhängigkeit der Beladung der Katze und der maximal zur Verfügung stehenden Antriebskraft des Verfahrentriebs steuert.

[0021] Die vorstehend beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

FIG 1 in einer Übersichtsdarstellung einen Ausschnitt einer Containerkrananlage mit einer Laufkatze und einer dazugehörigen Katzsteuerung,

FIG 2 in einem Diagramm die Abhängigkeit der lastabhängigen maximalen Beschleunigung der bewegten Masse,

FIG 3 in einem Zeitdiagramm verschiedene Geschwindigkeitsprofile bei unterschiedlicher Beladung,

FIG 4 in einem Diagramm eine Motorkennlinie eines Elektromotors mit zwei verschiedenen Arbeitspunkten,

- FIG 5 ein Geschwindigkeitsprofil einer Verfahrbewegung mit einem Elektromotor, der während der Verfahrbewegung in zwei verschiedenen Arbeitspunkten betrieben wird, und
 FIG 6 die zu dem Geschwindigkeitsprofil nach FIG 5 gehörenden Beschleunigungswerte.

- 5 **[0022]** FIG 1 zeigt einen Ausschnitt einer Containerkrananlage, wie sie beispielsweise zum Be- und Entladen eines an einem Kai liegenden Schiffs zum Einsatz kommt, mit einem horizontal ausgerichteten Ausleger 2. Auf dem Ausleger 2 ist eine Laufkatze 4 - nachfolgend nur Katze 4 - zum Umschlagen einer Last geführt. Die Last kann beispielsweise in Form eines oder auch zweier Container 6 vorliegen. Die Katze 4 ist mit einem Verfahrantrieb 8 verbunden. Es handelt sich hier vorzugsweise um einen seilgeführten Verfahrantrieb 8 mit zwei Elektromotoren 10. Die beiden Elektromotoren 10 sind beispielsweise über jeweils einen Seiltrieb 12 in Bewegungsrichtung gegenüberliegend mit der Katze 4 mechanisch verbunden. Die Katze 4 läuft auf dem Ausleger 2 auf Rollen oder Rädern 14. Seilgeführte Verfahrantriebe 8 lassen hohe Beschleunigungswerte zu, die nicht durch einen Haftreibungswert zwischen den Rollen 14 und einer Schienenführung des Auslegers 2 begrenzt sind.
- 10 **[0023]** In der Katze 4 ist ein Hubwerk (hier nicht dargestellt) zum Anheben und Absenken der zu transportierenden Last 6 angeordnet. Das Hubwerk umfasst Hubseile 16, die mit ihren Enden an einem Headblock 18 befestigt sind. Der Headblock 18 verbindet einen Spreader 20 mit dem Hubwerk. Der Spreader 20 ergreift die Last 6 zum Transport.
- [0024]** Die Katze 4 ermöglicht somit über das Hubwerk vertikale Bewegungen der Last 6 in Richtung des Doppelpfeils 22 sowie über die Elektromotoren 10 horizontale Verfahrbewegungen der Last 6 in Katzrichtung (Doppelpfeil 24).
- 15 **[0025]** Das Hubwerk der Katze 4 umfasst mindestens eine Lastmesseinrichtung 26, gemäß FIG 1 zwei Lastmesseinrichtungen 26. Die Lastmesseinrichtungen 26 können mit verschiedenen Technologien realisiert werden, wie beispielsweise als Ringkraftaufnehmer, Lastmessachsen, Druckkraftaufnehmer oder auch Lastmessbolzen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Lastmesseinrichtungen 26 als Ringkraftaufnehmer ausgebildet, die an den Seilendpunkten der Hubseile 16 angeordnet sind.
- 20 **[0026]** Als "messende Unterlegscheibe" dienen sie gleichzeitig der Lasterfassung und zur Überlastsicherung.
- 25 **[0027]** Die aktuell zu transportierende Last 6 an der Laufkatze 4 wird über die Lastmesseinrichtungen 26 erfasst und an eine Katzsteuerung 28 gegeben. Die Katzsteuerung 28 bestimmt aus den aktuellen Lastwerten Steuersignale für den Verfahrantrieb 8, wie weiter unten noch ausführlich beschrieben ist. Die Katzsteuerung 28 ist in der Regel als softwareprogrammierbare Einrichtung ausgebildet. Ihre Wirkungsweise wird in diesem Fall durch ein Computerprogramm bestimmt, mit dem die Katzsteuerung 28 programmiert ist. Das Computerprogramm umfasst Maschinencode, der von der Katzsteuerung 28 abarbeitbar ist. Die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Katzsteuerung bewirkt den nachstehend näher erläuterten Betrieb der Krananlage.
- 30 **[0028]** Die Krananlage ist für einen automatischen Betrieb ausgerüstet, welcher eine Zielvorgabe für die Katzbewegungen erlaubt. Es ist daher nicht erforderlich, dass die Katze 4 eine Kranführerkabine aufweist. Stattdessen weist die Katze 4 Sensoren zur Erfassung der Position der zu transportierenden Last 6 auf, deren Messsignale der Katzsteuerung 28 zur automatischen Steuerung der Verfahrwege der Katze 4 zugeführt werden. Das Aufnehmen und Absetzen der Last wird über einen Remote-Control-Desk 30 ausgeführt, der die Fernsteuerung der Katzbewegung erlaubt.
- 35 **[0029]** Die Katzsteuerung 28 bestimmt aus dem aktuellen Wert der Beladung $m_{\text{Last_akt}}$ einen Beladungsfaktor K_{Last} des Krans. Der Beladungsfaktor K_{Last} ist durch das Verhältnis der aktuellen Beladung $m_{\text{Last_akt}}$ zur maximal möglichen Beladung $m_{\text{Last_max}}$ des Krans anhand der Antriebsauslegung, also der Nennbeladung oder Nennlast, definiert. Als Formel ausgedrückt gilt also
- 40

$$K_{\text{Last}} = m_{\text{Last_akt}} / m_{\text{Last_max}} \quad (1)$$

- 45 **[0030]** Der Wert des Beladungsfaktors K_{Last} ist immer kleiner oder gleich "Eins".
- [0031]** Zur Nennlast oder Nennbeladung des Krans, die auf die maximale Beladung $m_{\text{Last_max}}$ ausgelegt ist, gehört ein maximaler Beschleunigungswert $a_{\text{max_nenn}}$, der durch die Nennantriebskraft des Verfahrantriebs 8 bestimmt ist, mit der Geschwindigkeitsänderungen innerhalb des Verfahrwegs der Katze 4 erfolgen.
- 50 **[0032]** Die in der Katzsteuerung 28 verwirklichte erfinderische Idee ist nun, bei einer geringeren Beladung des Krans als der Nennbeladung $m_{\text{Last_max}}$ ($K_{\text{Last}} < 1$) die Beschleunigung $a_{\text{max_nenn}}$ auf den Wert $a_{\text{max_adapt}}$ zu erhöhen, wie es die Nennantriebskraft des Verfahrantriebs 8 zulässt. Der Faktor zur Beschleunigungserhöhung ist das Reziproke des Beladungsfaktors:

$$K_{\text{Beschl}} = 1/K_{\text{Last}} \quad (2)$$

- [0033]** Damit ist die aktuelle maximal mögliche Beschleunigung bei einer Beladung des Krans, die kleiner als die

Nennbelastung ist, entsprechend erhöht:

$$a_{\max_adapt} = a_{\max_nenn} * K_{Beschl} = a_{\max_nenn} / K_{Last} \quad (3)$$

[0034] Mit der Modifikation der maximalen Beschleunigung $a_{\max_nenn}$ durch den Beladungsfaktor K_{Last} bzw. Beschleunigungsfaktor K_{Beschl} wird erreicht, dass für jeden Verfahrensvorgang unabhängig von der zu transportierenden Last stets die maximal mögliche Beschleunigung $a_{\max_adapt}$ gefahren wird.

[0035] FIG 2 zeigt den vorstehend beschriebenen Zusammenhang zwischen der Größe der bewegten Masse und der lastabhängigen Beschleunigung $a_{\max_akt}$. Dabei ist die lastabhängige Beschleunigung $a_{\max_akt}$ auf der Abszissenachse und die Größe der bewegten Masse auf der Ordinatenachse aufgetragen. Die bewegte Masse ergibt sich durch die Summe von fixer Masse von Katze 4, Headblock 18 mit Hubseilen 16 und Spreader 20 zuzüglich der variablen Masse beispielsweise in Form des zu transportierenden Containers 6. Bei maximaler bewegter Masse kann der Verfahrentrieb 8 die maximale Beschleunigung $a_{\max_nenn}$ bewirken. Dieser Betriebszustand BP1 ist in dem Diagramm durch den oberen Anfang einer Arbeitsgerade 34 gekennzeichnet. Die maximal mögliche Beschleunigung bei einer Leerfahrt $a_{\max_leer}$, also nur die fixe bewegte Masse ohne eine zu transportierende Last, wird durch den Betriebspunkt BP2 am unteren Endpunkt angegeben. Zwischen diesen beiden Betriebspunkten BP1 und BP2 kann entsprechend der Größe der verminderten Last in Bezug zur Maximallast eine höhere Beschleunigung $a_{\max_adapt}$ gefahren werden. Die höhere Beschleunigung $a_{\max_adapt}$ liegt zwischen der maximalen Beschleunigung $a_{\max_nenn}$ bei voller Beladung und der maximalen Beschleunigung bei einer Leerfahrt $a_{\max_leer}$, siehe im Diagramm den Betriebsbereich 38 auf der Abszissenachse.

[0036] FIG 3 zeigt im Vergleich vereinfacht drei typische Geschwindigkeitsprofile 40, 42, 44 der Katze 4 bei einer gegebenen Verfahrstrecke, die sich im Automatikbetrieb des Krans bei verschiedenen Lastzuständen ergeben. Das bedeutet einerseits, dass die vorstehend schon erläuterte lastabhängige, maximal mögliche Beschleunigung $a_{\max_adapt}$ zum Geschwindigkeitsaufbau und zum Abbremsen verwendet wird und andererseits die Lastschwingung bzw. Lastpendelung in der Fahrkurve mit berücksichtigt ist. Das Geschwindigkeitsprofil 40 ergibt sich bei einer Beladung des Krans mit Maximalbelastung, das Geschwindigkeitsprofil 42 ergibt sich mit einer Teilbelastung des Krans, und das Geschwindigkeitsprofil 44 ergibt sich bei einer Leerfahrt der Katze 4.

[0037] Typisch für alle drei Geschwindigkeitsprofile 40, 42, 44 ist, dass nach einem Geschwindigkeitsanstieg bis zu einer ersten Maximalgeschwindigkeit 46 (lokales Maximum), die jedoch niedriger ist als die überhaupt mögliche Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$, eine Geschwindigkeitsreduktion bis zu einem lokalen Minimum 48 folgt, dem sich wieder ein maximal möglicher Geschwindigkeitsanstieg mit $a_{\max}$ bis zur maximal möglichen Geschwindigkeit $v_{\max}$ anschließt. Symmetrisch dazu verläuft das Geschwindigkeitsprofil in der Bremsphase oder im gebremsten Abschnitt der Verfahrenbewegung bis zur Zielposition. Die Geschwindigkeitsänderungen sind so ausgelegt, dass das Pendeln der Last zumindest in der Zielposition und vorzugsweise auch beim Erreichen der maximalen Geschwindigkeit $v_{\max}$ beruhigt ist.

[0038] Das Geschwindigkeitsprofil 40 wird bei herkömmlichen Krananlagen auch eingestellt, wenn nur eine Teilbelastung vorliegt oder sogar eine Leerfahrt durchgeführt wird. Dagegen wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung bei einer geringeren Beladung die Beschleunigung soweit erhöht, dass die maximale Motorantriebskraft zur Beschleunigung benutzt wird. Es ergibt sich also durch Anwendung der vorliegenden Erfindung gegenüber einer herkömmlichen Katzsteuerung bei einer Teilbelastung ein Zeitgewinn, der bei einer Leerfahrt maximal die Größe Δt_{amax} annimmt.

[0039] Bekanntermaßen lässt sich bei verschiedenen Elektromotoren, wie beispielsweise Synchronmotoren, Asynchronmotoren, Gleichstrommotoren, usw. durch eine Verringerung des magnetischen Flusses der Erregerwicklung eine Erhöhung der Nenndrehzahl erreichen. Dieser Arbeitsbereich wird auch als Feldschwäcbereich bezeichnet. FIG 4 zeigt den typischen Verlauf einer Motorkennlinie $M(n)$, die das erzeugte Drehmoment M in Abhängigkeit der Drehzahl n zeigt, mit einem ersten Arbeitspunkt AP1 im Normalfeldbetrieb und einen zweiten Arbeitspunkt AP2 im Feldschwäcbetrieb. Im Arbeitspunkt AP1 wird bei einer Drehzahl n_1 ein Moment M_1 und im Arbeitspunkt AP2 bei einer Drehzahl n_2 ein Moment M_2 erzeugt. Im Arbeitspunkt AP2 ist zwar das erzeugte Drehmoment reduziert, gleichzeitig wird aber die Drehzahl erhöht.

[0040] Durch Einsatz von Elektromotoren und dessen Betrieb im Feldschwäcbereich lässt sich insbesondere bei langen Verfahrstrecken der Katze 4 der Zeitgewinn beim Güterumschlag noch weiter erhöhen. Dies ist in FIG 5 typisch dargestellt. Längere Verfahrstrecken können dann mit einer konstanten, erhöhten Geschwindigkeit befahren werden. Mit einem elektromotorischen Fahrtrieb ohne Feldschwäcbetrieb bzw. ohne Nutzung des Feldschwäcbetriebs lässt sich beispielsweise ein Geschwindigkeitsprofil 50 realisieren, bei dem mit dem Antriebsmoment M_1 eine maximale Verfahrgeschwindigkeit v_1 erreicht werden kann. Ein weiterer Zeitgewinn beim Güterumschlag lässt sich nun erzielen, wenn beim Anfahren beim Erreichen der Nenndrehzahl n_1 im Arbeitspunkt AP1 in den Arbeitspunkt AP2 des Feldschwäcbetriebs gewechselt wird. Dann ist zwar das Antriebsmoment M_2 reduziert, die maximale Verfahrgeschwindigkeit v_2 ist jedoch weiter erhöht. Analog wird beim Abbremsen beim Erreichen der Verfahrgeschwindigkeit v_1 in den Arbeitspunkt AP1 zurück gewechselt. Dieser Zusammenhang ist mit dem Geschwindigkeitsprofil 52 veranschaulicht. In FIG 5

ist auch der durch den Feldschwächbetrieb erzielbare Zeitgewinn Δt_{vmax} dargestellt.

[0041] Die zu den Geschwindigkeitsprofilen 50 und 52 gehörenden Beschleunigungsprofile zeigt FIG 6. Aufgrund des höheren zur Verfügung stehenden Antriebsmoments M_1 im Normalbetrieb lässt sich ein Beschleunigungswert von a_1 erreichen. Der erzielbare Beschleunigungswert a_2 im Feldschwächbetrieb ist niedriger als im Normalbetrieb.

[0042] Bei sehr langen Verfahrestrecken lässt sich durch weitere Kaskadierung von Arbeitspunkten im Feldschwächbetrieb eine weiter erhöhte Endgeschwindigkeit und somit ein weiterer Zeitgewinn beim Gütertransport erreichen.

[0043] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere ergibt sich ein höherer Umschlag.

[0044] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine Krananlage, insbesondere für einen Containerkran, mit einer Katze (4) zum Transport einer Last (6), wobei die zu transportierende Last (6) eine Beladung der Katze (4) bestimmt, einen mit der Katze (4) verbundenen Verfahrentrieb (8) und eine mit dem Verfahrentrieb (8) verbundene Katzsteuerung (28) zur Steuerung von Verfahrbewegungen der Katze (4),
dadurch gekennzeichnet, dass die Katzsteuerung (28) Beschleunigungs- und Bremsvorgänge bei der Verfahrbewegung der Katze (4) in Abhängigkeit der Beladung der Katze (4) und der maximal zur Verfügung stehenden Antriebskraft des Verfahrentriebs (8) steuert.
2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Beladung der Katze (4) von einer mit der Katze (4) verbundenen Lastmess-einrichtung (26) erfasst wird.
3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrbewegung der Katze (4) mindestens einen beschleunigten und einen gebremsten Abschnitt umfasst und dass die positive und/oder negative Beschleunigung der Verfahrbewegung in Abhängigkeit der Beladung erfolgt.
4. Betriebsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine maximal mögliche Beschleunigung der Verfahrbewegung durch die maximale Antriebskraft des mit der Katze (4) verbundenen Verfahrentriebs (8) und eine minimale Beladung der Katze (4) bestimmt wird.
5. Betriebsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine maximale Beschleunigung (a_{max_nenn}) der Verfahrbewegung durch die maximale Antriebskraft des mit der Katze (4) verbundenen Verfahrentriebs (8) und einer maximalen Beladung m_{Last_max} bestimmt ist und dass bei einer aktuellen Beladung m_{Last_akt} die maximale Beschleunigung a_{max_adapt} gegenüber der maximalen Beschleunigung bei maximaler Beladung a_{max_nenn} um einen Faktor K_{Beschl} erhöht ist, wobei $K_{Beschl} = m_{Last_max}/m_{Last_akt}$ und $M_{Last_akt} < m_{Last_max}$ ist.
6. Betriebsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Pendelungen der Last (6) beim Erreichen einer Zielposition kompensiert sind.
7. Betriebsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Pendelungen der Last (6) beim Erreichen einer maximalen Verfahrgeschwindigkeit kompensiert sind.
8. Betriebsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrentrieb (8) mindestens einen Elektromotor (10) umfasst und dass der mindestens eine Elektromotor (10) während der Verfahrbewegung in mindestens zwei verschiedenen Arbeitspunkten (AP1, AP2) betrieben wird.
9. Betriebsverfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Arbeitspunkte (AP2) im Feldschwächbereich des mindestens einen Elektromotors (10) liegt.

10. Betriebsverfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Elektromotor (10) nach Erreichen einer Nenndrehzahl (n_1) zur Erhöhung der Geschwindigkeit der Verfahrbewegung im Feldschwäcbereich betrieben wird.

11. Computerprogramm, das Maschinencode umfasst, der von einer Katzsteuerung (28) abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Katzsteuerung (28) bewirkt, dass die Katzsteuerung (28) eine Beladung einer von der Katzsteuerung (28) gesteuerten Katze (4) entgegennimmt und dass die Katzsteuerung (28) Beschleunigungs- und Bremsvorgänge bei der Verfahrbewegung der Katze (4) in Abhängigkeit der Beladung der Katze (4) und der maximal zur Verfügung stehenden Antriebskraft des Verfahrantriebs (8) steuert.

12. Computerprogramm nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Katzsteuerung (28) bewirkt, dass die Katzsteuerung (28) die Merkmale eines der Ansprüche 2 bis 10 implementiert.

FIG 1

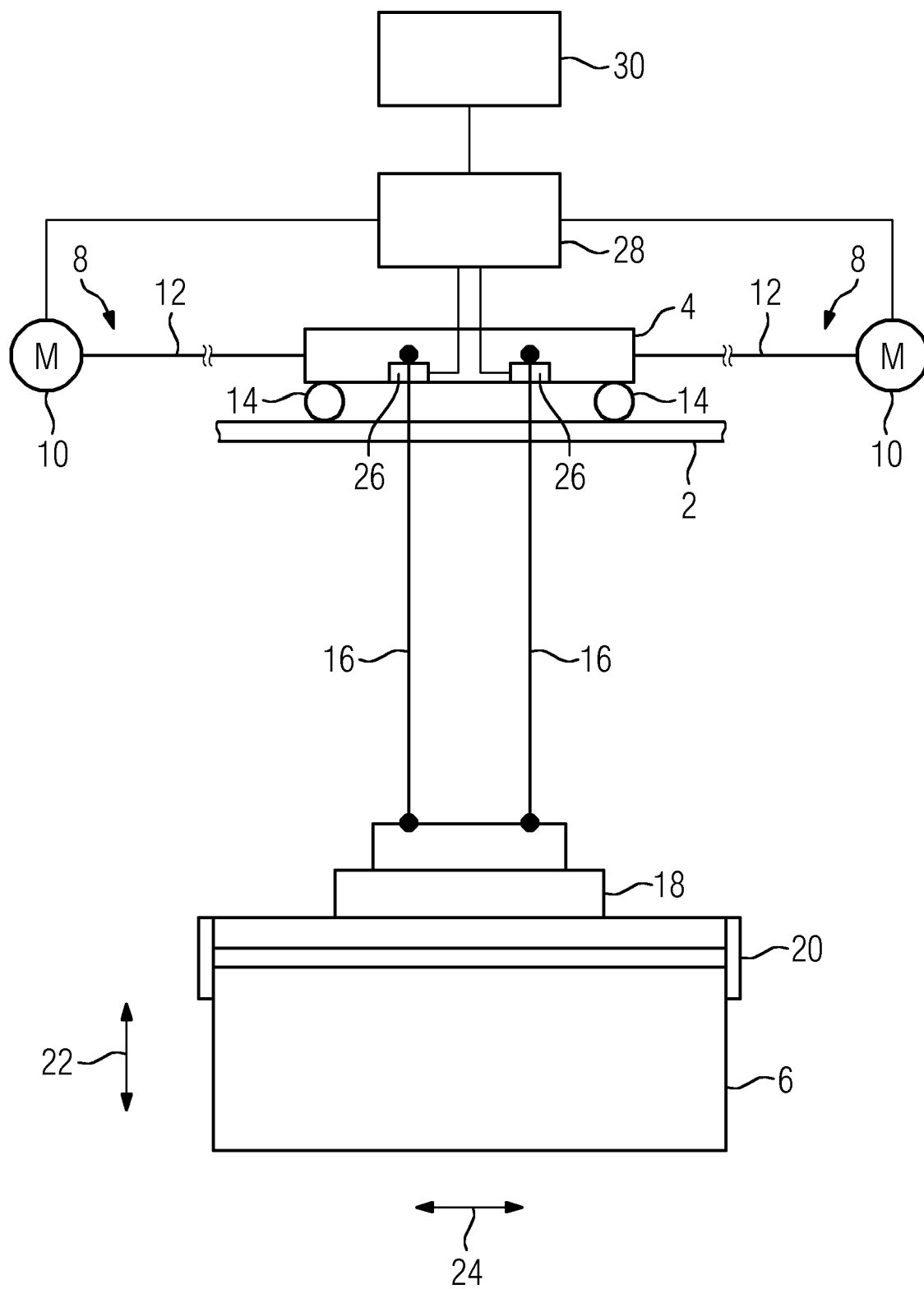


FIG 2

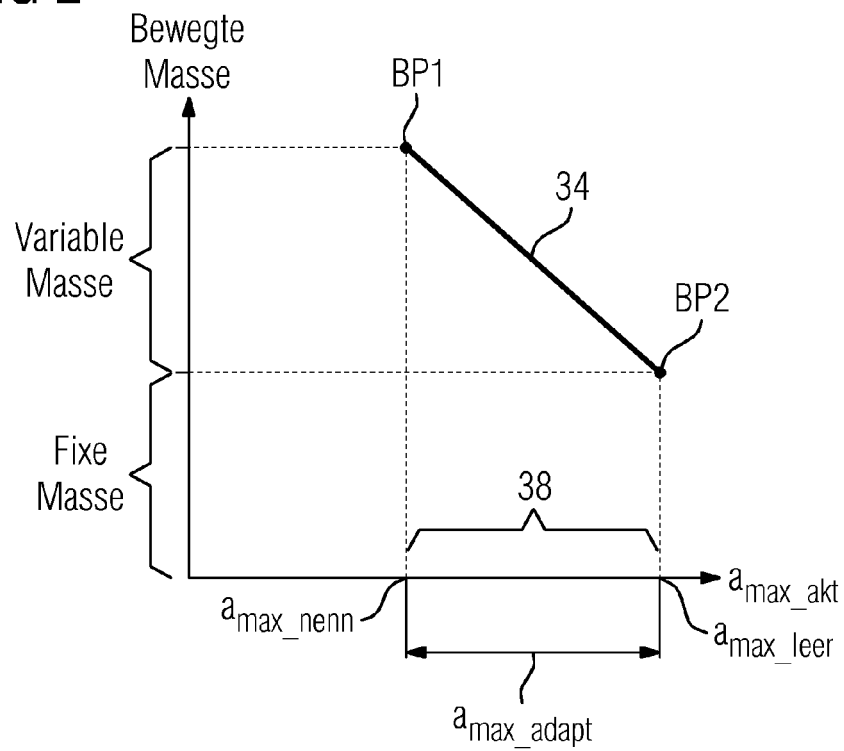


FIG 3

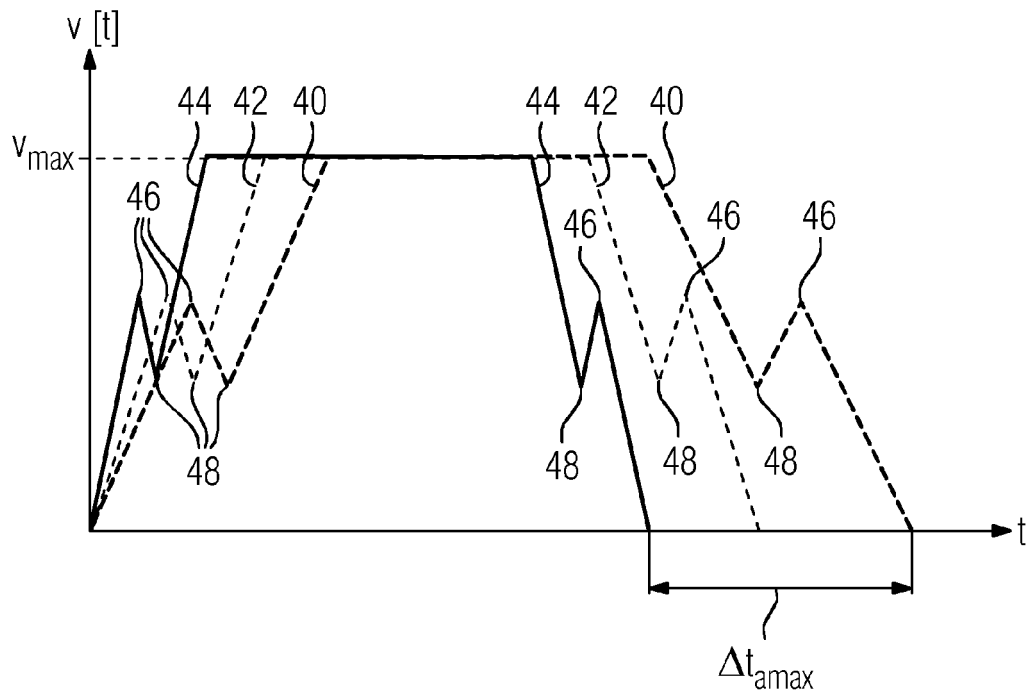


FIG 4

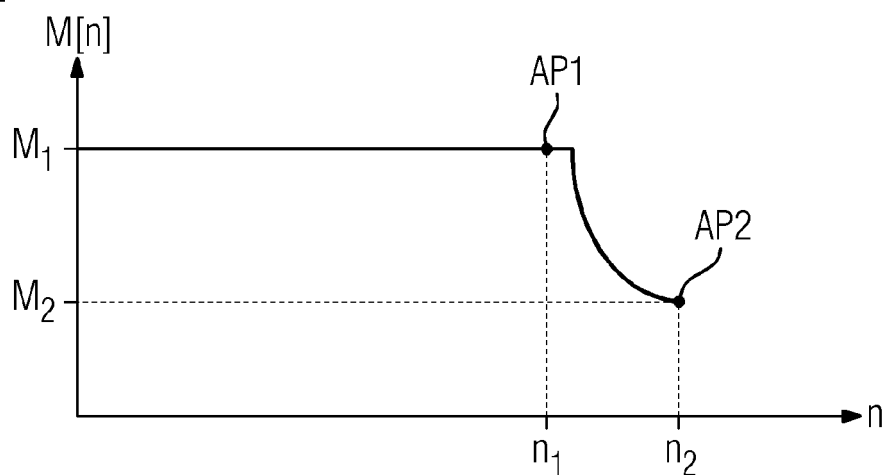


FIG 5

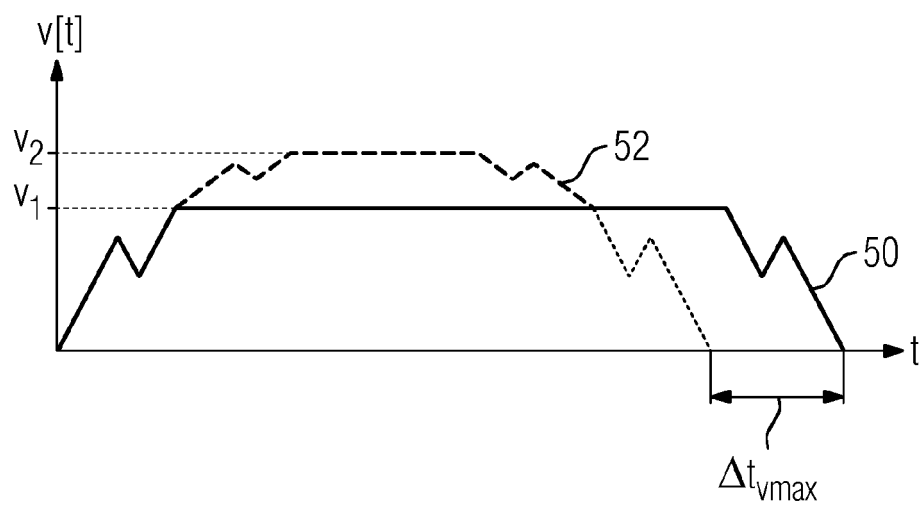
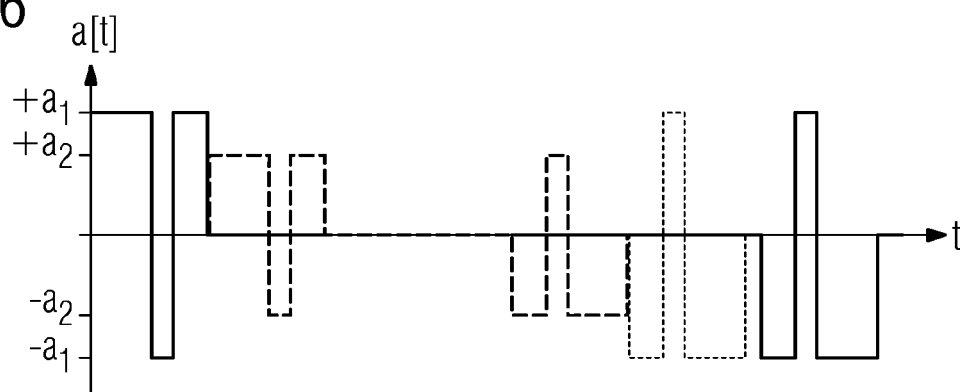


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 18 7545

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 36 27 580 A1 (HITACHI LTD [JP]) 5. März 1987 (1987-03-05)	1-4,6,7	INV. B66C13/30 B66C13/06
Y	* Zusammenfassung * * Seite 5 - Seite 7 * * Abbildungen *	8-10	
X	WO 2011/062212 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; UCHIDA KOJI [JP]; KUSANO TOSHIYUKI [JP]) 26. Mai 2011 (2011-05-26) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-4,11,12	
Y	Siemens ET AL: "Drive and Control Components for Cranes Catalog CR 1 Edition 2015", 1. Januar 2015 (2015-01-01), XP055354033, Gefunden im Internet: URL: http://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/mc/documentsu20catalogs/cr1-2015-en.pdf [gefunden am 2017-03-13] * Seite 2/15 bis 2/18; Seite 33 - Seite 36 *	8-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. März 2017	Prüfer Sheppard, Bruce
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 16 18 7545

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

13-03-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3627580 A1	05-03-1987	DE 3627580 A1	05-03-1987
		JP S6241189 A	23-02-1987
		US 4717029 A	05-01-1988
-----	-----	-----	-----
WO 2011062212 A1	26-05-2011	CN 102482063 A	30-05-2012
		JP 2011105462 A	02-06-2011
		WO 2011062212 A1	26-05-2011
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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