



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.03.2018 Patentblatt 2018/10**

(51) Int Cl.:  
**B66C 13/02 (2006.01) B66D 1/52 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17167045.8**

(22) Anmeldetag: **19.04.2017**

(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**

(72) Erfinder:  
• **Kuijpers, Maarten**  
**5291 AE Gemonde (NL)**  
• **Verbakel, Patrick**  
**6585 JV Best (NL)**

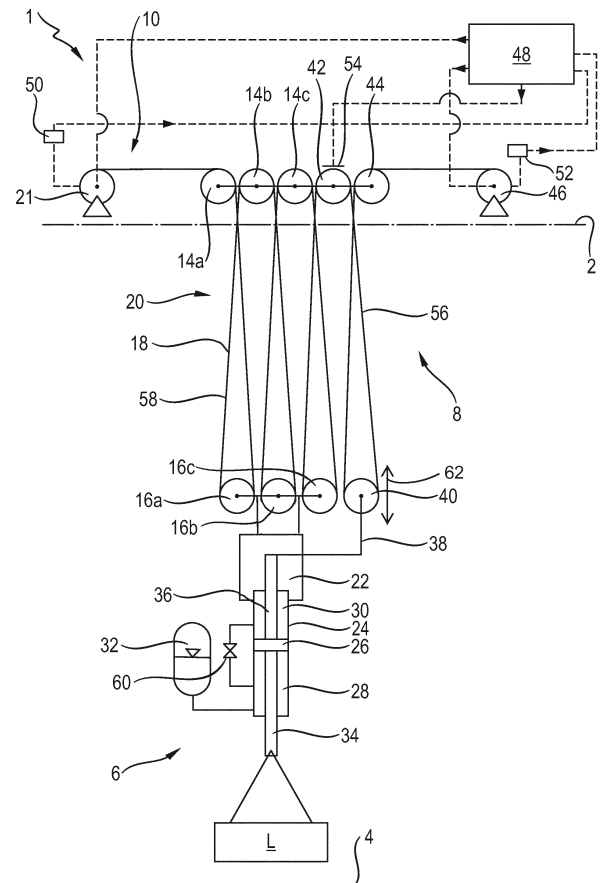
(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**  
**Bosch Rexroth AG**  
**DC/IPR**  
**Zum Eisengiesser 1**  
**97816 Lohr am Main (DE)**

(30) Priorität: **30.08.2016 DE 102016216259**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(54) **EINRICHTUNG ZUM HEBEN, SENKEN ODER HALTEN EINER LAST**

(57) Offenbart ist eine Seegangskompensationseinrichtung bei der eine Last über eine passive Kompensationseinrichtung und eine aktive Kompensationseinheit abgestützt ist, wobei ein Flaschenzug einer Hubeinrichtung sowohl der passiven Kompensationseinrichtung als auch der aktiven Kompensationseinheit zugeordnet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Heben, Senken oder Halten einer Last gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Seegangs- oder Dünungskompensationseinrichtungen (Heave Compensation System) - im Folgenden auch HCS genannt - werden beispielsweise in der Offshore-/Marinetechnik eingesetzt, wenn eine Last von einem Schiff mittels eines Krans auf ein am Meeresboden abgestütztes Objekt, beispielsweise eine Plattform abgesetzt werden soll. Eine derartige Aufgabenstellung liegt bei der Montage von Bohrinseln oder Offshore-Windkraftanlagen vor oder wenn ein Bohrstrang von einer schwimmenden Plattform aus abgesenkt wird und diese durch den Seegang angehoben und abgesenkt wird. In der Forschung werden schwere Messgeräte oder Versorgungsstationen für Roboter oder dergleichen von einem Schiff über eine Winde in große Tiefen abgesenkt, wobei dann durch den Seegang verursacht das Halteseil erheblichen Zugbelastungen ausgesetzt ist.

**[0003]** Zum Ausgleich derartiger durch Seegang oder Dünung verursachten Relativbewegungen der Last zur jeweils vorgegebenen Zielposition sind passive und aktive Systeme bekannt. Bei einem passiven System, wie es beispielsweise in der Beschreibungseinleitung der US 4,121,806 beschrieben ist, wird eine linear verstellbare Einheit, beispielsweise ein Hydrozylinder oder eine rotatorisch betriebene Einheit, beispielsweise ein Hydromotor in Abstützrichtung über eine hydropneumatische Speichereinheit beaufschlagt, deren Druck so ausgelegt ist, dass die Last ohne Seegang in einer Mittelposition abgestützt ist - die Speichereinheit wirkt somit als eine Art Gasfeder.

**[0004]** Derartige passive Kompensationssysteme sind konstruktiv auf den jeweiligen Anwendungszweck und die zugehörigen Lasten abgestimmt, so dass eine Anpassung an unterschiedliche Lasten nur mit größerem Aufwand möglich ist. Derartige Passivsysteme sind häufig zwischen dem eigentlichen Kranhaken und der Last angeordnet und befinden sich somit beim Absenken unterhalb des Meeresspiegels.

**[0005]** Ein Problem bei derartigen passiven Systemen besteht darin, dass die Aufladung der hydropneumatischen Speichereinheit in Abhängigkeit von der Last und dem Seegang und auch von der Eintauchtiefe angepasst werden muss. In der US 7,934,561 B1 ist ein passives System mit einer Wassertiefenkompensation gezeigt, über die sich die Einflüsse der Wassertiefe beim Absenken der Last etwas kompensieren lassen.

**[0006]** Bei Anwendungen, bei denen es auf eine sehr präzise Führung der Last beim Absenken ankommt, werden vorzugsweise aktive Systeme verwendet, bei denen ein Linearantrieb, vornehmlich ein Hydrozylinder, oder ein rotatorischer Antrieb, vornehmlich ein Hydromotor, mit einem Positionsregelsystem ausgeführt ist, durch das die Last durch Ansteuerung des Antriebs stets auf der vorbestimmten Position gehalten werden kann. Eine

derartige Einrichtung mit aktiver und passiver Kompensationseinrichtung ist in der US 4,121, 806 beschrieben.

**[0007]** Derartige aktive Systeme werden üblicher Weise auf dem Schiff angeordnet, so dass sie auch das Gewicht des Kranseils, der Kranblöcke (Flaschenzug) und des Kranhakens bewegen müssen, so dass die Nutzlast durch das zusätzliche Gewicht dieser Komponenten reduziert ist.

**[0008]** Bei größeren Lasten wird üblicher Weise eine Kombination eines aktiven und passiven Systems eingesetzt, wie es beispielsweise in der EP 1 869 282 B1 erläutert ist.

**[0009]** Dabei wird zum einen die Last über ein passives hydropneumatisches Speichersystem kompensiert und zum anderen die Sollposition der Last über ein aktives Regelsystem konstant gehalten. Ein derartiges System hat den Vorteil, dass über das aktive System lediglich die Ausgleichsbewegung der Last bewirkt werden muss, während das eigentliche Abstützen über das passive System erfolgt. Derartige Kombinationssysteme sind insbesondere dann erforderlich, wenn eine Last mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit vom Meeresboden oder von einer auf diesem verankerten Plattform abgehoben oder auf diese abgesenkt werden soll. Ein ähnliches System ist auch in der eingangs genannten US 4,121,806 erläutert. Bei dieser Anordnung sind passiv wirkende, über eine hydropneumatische Speichereinheit vorgespannte Hydrozylinder und aktive Hydrozylinder mit einer Positionsregelung parallel zueinander in einer Kompensationseinheit angeordnet, an der der eigentliche Kranhaken befestigt ist, die über das Kranseil mit der Last verbunden ist.

**[0010]** Die US 4,021,019 zeigt ein System, bei dem ein aktiver Hydrozylinder in einen passiven Hydrozylinder integriert ist.

**[0011]** Derartige Systeme haben einen relativ komplexen Aufbau und werden seitens der Hersteller bei der Konzeption des Krans integriert. Eine Nachrüstung des aktiven Systems bei bestehenden Kränen, die lediglich mit einem passiven Kompensationssystem ausgeführt sind, ist nur mit äußerst großem Aufwand möglich, da ein Eingriff in die Kranstruktur des bestehenden Designs erforderlich ist und auch zusätzliche hydraulische Leistung bereitgestellt werden muss. Hinzu kommt, dass existierende Kransdesigns aufgrund Restriktionen im Hinblick auf die maximale Seilgeschwindigkeit, das Gewicht und den Durchmesser der Seilscheiben/Blöcke und die Steifigkeit der Konstruktion unterliegen, so dass eine Nachrüstung mit einem aktiven System nahezu ausgeschlossen ist.

**[0012]** In den Druckschriften DE 10 2015 225 936 A1 und EP 2 896 589 A1 sind jeweils Systeme gezeigt, bei denen eine aktive Kompensationseinheit und eine mit einer passiven Kompensationseinrichtung versehene Hubeinrichtung getrennt an der Last angreifen. Aufgrund der getrennten Kraftflusslinien des aktiven und passiven Teils können bestehende Systeme mit einer aktiven Kompensationseinheit nachgerüstet werden.

**[0013]** Bei diesen Systemen ist die aktive Kompensationseinheit jeweils mit einer Windenanordnung ausgeführt, wobei ein Windenseil oder dergleichen an der Last angreift, um die Hubeinrichtung und die passive Kompensationseinrichtung beim Absenken zu unterstützen, indem das Fieren des Windenseils durch entsprechende Ansteuerung der aktiven Winde gesteuert wird. Nachteilig bei derartigen Lösungen ist, dass ein relativ großer vorrichtungstechnischer Aufwand zur Realisierung der passiven Kompensationseinrichtung und der aktiven Kompensationseinheit erforderlich ist.

**[0014]** Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu schaffen, die die Kompensation von Relativbewegungen mit geringem vorrichtungstechnischem Aufwand ermöglicht.

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch eine Einrichtung mit der Merkmalskombination des Patentanspruches 1 gelöst.

**[0016]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0017]** Erfindungsgemäß hat die Einrichtung zum Heben, Senken oder Halten einer Last eine Kompensationseinrichtung, die zum Ausgleich von insbesondere durch Seegang verursachten Relativbewegungen der Last mit Bezug zu einer Zielposition ausgeführt ist. Die Last ist dabei mittels einer Hubeinrichtung in Richtung zur Zielposition oder von dieser weg bewegbar und hat feste und lose Rollen, die gemeinsam mit einem Tragseil einen Flaschenzug bilden. Das Tragseil kann mittels eines Aktors eingeholt oder gefiert werden, um die Last anzuheben oder abzusenken. Erfindungsgemäß ist der Hubeinrichtung eine passive Kompensationseinrichtung zugeordnet, die das Gewicht der Last L zumindest teilweise stützt. Des Weiteren ist eine aktive Kompensationseinheit vorgesehen, die von einer Regeleinheit in Abhängigkeit von einer durch Seegang verursachten Bewegung der Last ansteuerbar ist. Erfindungsgemäß erstreckt sich das Tragseil des Flaschenzugs von dem Aktor über die Rollen zu einem Aktivaktor der aktiven Kompensationseinheit, wobei dieser Aktivaktor unabhängig von dem Aktor ansteuerbar ist. Der Flaschenzug hat also eine Doppelfunktion. Er dient zum einen dazu, die Last zu bewegen und auch die passive Kompensationseinrichtung zu tragen und ist zum anderen Teil der aktiven Kompensationseinheit. Somit ist der vorrichtungstechnische Aufwand gegenüber den vorbeschriebenen Lösungen bei zumindest gleichbleibender Funktion deutlich verringert, da keine gesonderte Einrichtung, beispielsweise ein weiteres Windenseil erforderlich ist, um die Stellbewegung des Aktivaktors auf einen Hydrozylinder der aktiven Kompensationseinheit zu übertragen.

**[0018]** Insbesondere bei Offshore-Bedingungen ist es vorteilhaft, wenn der Aktor und der Aktivaktor als Winden ausgeführt sind. Derartige Antriebe sind kostengünstig und robust ausgeführt.

**[0019]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführung ist eine Bremse vorgesehen, die insbesondere an einer Rolle des Flaschenzugs angeordnet ist, um das Tragseil

festzuhalten, so dass sich eine passive Part des Tragseils von der Rolle zum Aktor und die andere, aktive Part des Tragseils von der Rolle zum Aktivaktor erstreckt. Mit anderen Worten gesagt, über diese Bremse werden das Tragseil und damit der Flaschenzug in zwei funktional unabhängig voneinander betätigbare Parten aufgeteilt.

**[0020]** Erfindungsgemäß wird es besonders bevorzugt, wenn die Bremse an einer der ortsfesten Rollen angreift, die üblicherweise an Deck (oberhalb des Wasserspiegels) angeordnet sind.

**[0021]** Gemäß einer Variante der Erfindung hat die passive Kompensationseinrichtung einen Hydrozylinder, dessen Kolben einen in Stützrichtung wirksamen Druckraum begrenzt, der mit einer hydropneumatischen Speichereinheit in Wirkverbindung steht, wobei eine Kolbenstange an der Last angreift, so dass eine Art Gasfeder zur passiven Abstützung der Last gebildet ist.

**[0022]** Die vom Druck in der hydropneumatischen Speichereinheit bestimmte Vorspannung im Druckraum ist vorzugsweise so gewählt, dass das Gewicht der Last bei ausgefahrener Kolbenstange (in Absenkrichtung) in etwa kompensiert ist. In der Mittelstellung ist die Last dann etwas unterkompensiert. Dadurch wird beispielsweise bewirkt, dass beim Fieren des Tragseils mittels des Aktivaktors die die Last haltende Kolbenstange aus ihrer Mittelposition heraus ausfährt, um beispielsweise ein Anheben eines Schiffes oder Schwimmkrans aufgrund einer Wellenbewegung zu kompensieren. In umgekehrter Weise wird bei einem Absenken des Schwimmkrans der Aktivaktor angesteuert, um das Tragseil einzuholen, so dass die Last in der vorbestimmten Zielposition verbleibt.

**[0023]** Der vorrichtungstechnische Aufwand lässt sich weiter verringern, wenn der Hydrozylinder als Gleichgangzylinder ausgeführt ist, wobei die dem Aktivaktor zugeordnete Part des Tragseils an der von der Last entfernten Kolbenstange angreift. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Hydrozylinder somit sowohl der aktiven Kompensationseinheit als auch der passiven Kompensationseinrichtung als Stellelement zugeordnet.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausbildung einer erfindungsgemäßen Einrichtung ist zumindest eine lose Rolle der erstgenannten Part an einem den Hydrozylinder tragenden Rollenblock angeordnet und zumindest eine der aktiven Part zugeordnete lose Rolle greift an der von der Last abgewandten Kolbenstange des Hydrozylinders an.

**[0025]** Die Ansteuerung der Aktoren ist vereinfacht, wenn Einrichtungen, insbesondere Sensoren zur Erfassung der wirksamen Tragseillänge der Parten und der Windenkraft vorgesehen sind. In Abhängigkeit von den Messsignalen dieser Einrichtungen erfolgt dann die Ansteuerung der Aktoren mittels einer Regeleinheit. Eine derartige Lösung hat den Vorteil, dass diese Einrichtungen/Sensoren deckseitig vorgesehen werden können und es nicht erforderlich ist, Sensoren zur Erfassung der Lastzustände der Kompensationseinrichtung/Kompensationseinheit, insbesondere des Hydrozylinders unterhalb des Wasserspiegels vorzusehen.

**[0026]** Zur schnellen Druckentlastung des in Stützrichtung wirksamen Druckraumes des Hydrozylinders kann dem Gasspeicher ein Bypassventil zugeordnet werden.

**[0027]** Die eingangs genannte Regeleinheit ist so ausgelegt, dass sie die Einrichtung nach folgenden Modi steuert:

Zum einen ist ein Modus vorgesehen, in dem das "einfache" Anheben oder Absenken der Last durch Ansteuern des Aktors und Anhalten der Aktivwinde erfolgt.

**[0028]** Die Kompensation einer durch Wellengang oder Dünung verursachten Relativbewegung der Last relativ zu der Zielposition kann durch Einrücken der Bremse und Ansteuern des Aktivaktors und Anhalten des Aktors erfolgen.

**[0029]** In einem Kombinationsmodus erfolgt das Anheben oder Absenken der Last und dabei eine aktive Kompensation einer durch Wellengang oder Dünung verursachten Relativbewegung der Last mit Bezug zu der Zielposition durch Einrücken der Bremse und Ansteuern des Aktors und des Aktivaktors.

**[0030]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Heben, Senken oder Halten einer Last wird im Folgenden anhand einer in der Zeichnung dargestellten Einrichtung mit Kompensationseinrichtungen zum Ausgleich von durch Seegang verursachten Relativbewegungen einer Last mit Bezug zu einer Zielposition erläutert.

**[0031]** Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein Prinzipschaubild eines mit einer derartigen erfindungsgemäßen Einrichtung zur Seegangskompensation (HCS) 1 ausgeführten Schiffes oder Schwimmkrans 2, über den eine Last L auf einem anderen Schiff oder dem Meeresboden 4 oder einer auf diesem verankerten Plattform abgesetzt werden soll. Die Einrichtung 1 (Bewegungskompensationseinrichtung, HCS) hat eine passive Kompensationseinrichtung 6 und eine aktive Kompensationseinheit 8, deren konkreter Aufbau im Folgenden erläutert ist. Auf dem angedeuteten Schwimmkran 2 ist ein Ladekran 10 montiert, der in an sich bekannter Weise eine Vielzahl von ortsfesten Rollen (Scheiben) 14a, 14b, 14c und eine Vielzahl von beweglichen Rollen (Scheiben) 16a, 16b, 16c aufweist, die gemeinsam mit einem Tragseil 18 einen Flaschenzug 20 bilden. Die beweglichen Rollen 16 (lose Part) sind an einem Rollenblock 22 gelagert. Das mit einem Ende an Deck festgelegte Tragseil 18 kann mittels einer Winde 21 des Ladekrans 10 eingeholt oder gefiert/ausgelassen werden, um die Last L anzuheben oder abzusenken. Die wirksame Kraft der Winde 21 wird dann entsprechend über den Flaschenzug 20 übersetzt.

**[0032]** Beim Ausführungsbeispiel gemäß der Figur ist am Rollenblock 22 ein Hydrozylinder 24 gehalten, der als Gleichgangzylinder ausgeführt ist. Ein Kolben 26 unterteilt das Innere des Hydrozylinders 24 in einen in Stützrichtung wirksamen Druckraum 28 und eine in Absen-

krichtung wirksame Druckkammer 30. Der Druckraum 28 ist mit einer hydropneumatischen Speichereinheit 32 verbunden, die wie üblich als hydropneumatischer Kolbenspeicher mit einer oder mehreren nachgeschalteten Gasflaschen ausgebildet sein kann und durch die der Druckraum 28 mit einem Vorspanndruck beaufschlagt ist. Der Druckraum 28 und die hydropneumatische Speichereinheit 32 bilden eine Art Gasfeder. Die Druckkammer 30 kann mit einem Gas, zum Beispiel mit Stickstoff, gefüllt sein, wobei sie zur Vergrößerung des Gasvolumens mit einer Gasflasche in Verbindung stehen kann.

**[0033]** Wie erläutert ist der Hydrozylinder 24 als Gleichgangzylinder ausgeführt. Eine lastseitige Kolbenstange 34 trägt die Last L, die beispielsweise über einen Kranhaken oder dergleichen an der Kolbenstange 34 befestigt ist. Die aus der Vorspannung resultierende Kraft entspricht bei ausgefahrener Kolbenstange 34 etwa dem Gewicht der zu bewegenden Last L. Diese wird in der Endlage etwa zu 100% kompensiert, in der Mittellage des Kolbens 26, wenn also der Druckraum 28 genauso groß wie die Druckkammer 30 ist, liegt eine Unterkompensation vor.

**[0034]** Eine von der Last L entfernte Kolbenstange 36 des Kolbens 26 durchsetzt die Druckkammer 30 und ist über eine Konsole 38 mit einer weiteren losen/beweglichen Rolle 40 verbunden, die ebenfalls vom Tragseil 18 umschlungen ist. Im Wirkpfad des Flaschenzugs 20 benachbart zu der weiteren losen Rolle 40 sind deckseitig zwei feste Rollen 42, 44 vorgesehen, wobei das Tragseil 18 von der festen Rolle 42 zur Rolle 40 und von dieser zur Rolle 44 gelangt, über die das Tragseil 18 hin zu einer Aktivwinde 46 umgelenkt ist.

**[0035]** Die Ansteuerung der beiden Winden 21 und 46 erfolgt mittels einer Regeleinheit 48 in Abhängigkeit von Messsignalen von Sensoren 50, 52, über die die von der jeweiligen Winde aufgebrachte Kraft und die wirksame Länge des Tragseils 18 oder die Längenänderung des Tragseils 18 aufgrund des Fierens oder Einholens des Tragseils 18 erfasst wird. Wie in der Figur angedeutet, werden die beiden Winden 21, 46 dann über die Regeleinheit 48 in Abhängigkeit von diesen Signalen angesteuert, um die erläuterten Kompensationsbewegungen zum Ausgleich des Seegangs zu steuern.

**[0036]** Der festen Rolle 42 ist eine Bremse 54 zugeordnet, über die die Rolle 42 und auch das Tragseil 18 festgehalten werden können, so dass dann das durchgehende Tragseil 18 in eine die Rollen 40, 44 umschlingende, aktive Part 56 und eine die Rollen 14a, 16a, 14b, 16b, 14c, 16c umschlingende, passive Part 58 aufgeteilt ist. Bei eingerückter Bremse 54 wirkt die Rolle 42 sozusagen als deckseitiger Fixpunkt für die jeweilige Part 56, 58. Die aktive Part 56 kann dann über die aktive Winde 46 relativ zur passiven Part eingeholt oder gefiert werden, wobei die Rolle 40 relativ zu den Rollen 16a, 16b und 16c vertikal bewegt wird. Währenddessen wird die passive Part 58 als "normaler" Flaschenzug - ähnlich wie bei den herkömmlichen Lösungen - über die Winde 21 betätigt. Die Ansteuerung der Bremse 54 erfolgt wieder-

um über die Regeleinheit 48.

**[0037]** Wie in der Figur dargestellt ist, kann dem Hydrozylinder 24 ein Bypassventil 60 zugeordnet werden, über das der Druckraum 28 mit der Druckkammer 30 verbunden werden kann, so dass nur noch die aktive Kompensationseinheit 8 wirksam ist.

**[0038]** Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wirkt der Hydrozylinder 24 als Stellelement für die passive Kompensationseinrichtung 6 und die aktive Kompensationseinheit 8. Prinzipiell kann die Konsole 28 auch an einem weiteren Aktivzylinder angreifen, dessen Kolben/Kolbenstange dann parallel zum Hydrozylinder 24 an der Last L angreift.

**[0039]** Die Regeleinheit 48 ist so ausgelegt, dass die Einrichtung 1 zumindest in drei Betriebsarten angesteuert werden kann. In einer ersten Betriebsart, bei der die Last L lediglich in Richtung einer Zielposition abgesenkt oder angehoben wird und beispielsweise kein Seegang vorhanden ist, ist die Bremse 54 ausgerückt und die Aktivwinde 46 angehalten/gebremst, so dass diese den Fixpunkt des Trageils 18 bildet. Die Anhebe- und Absenkbewegung erfolgt dann durch Ansteuerung der Winde 21, wobei dann die Rollen 14a, 14b, 14c, 42, 44 feste Rollen eines Flaschenzugs und die Rollen 16a, 16b, 16c und 40 die losen Rollen des Flaschenzugs ausbilden.

**[0040]** Bei einer Betriebsart, bei der die Last L bei Seegang in einer bestimmten Relativposition gehalten werden soll, wird die Bremse 54 eingerückt, so dass das Trageil 18 oder genauer gesagt der Flaschenzug 20 in die beiden Parten 56, 58 unterteilt ist. Die Winde 21 ist dabei angehalten. Die passive Kompensation erfolgt über die durch die Speichereinheit 32 gebildete Gasfeder und die aktive Kompensation durch entsprechende Ansteuerung der Aktivwinde 46, über die die Rolle 40, die Konsole 38 und der Kolben 26 mitsamt den Kolbenstangen 34 und 36 durch entsprechendes Fieren oder Einholen/Dichtholen der aktiven Part 56 des Trageils 18 relativ zum Gehäuse des Hydrozylinders 24 angehoben oder abgesenkt wird, wobei die Absenkbewegung im Wesentlichen durch die vorbeschriebene unterkompensierende Vorspannung ermöglicht ist. Die Bewegung der Teile ist in Figur 1 durch einen Doppelpfeil 62 angedeutet.

**[0041]** In einer dritten Betriebsart erfolgt die Kompensation des Seegangs während des Anhebens oder Absenkens der Last L. Für diese Betriebsart wird ebenfalls die Bremse 54 eingerückt und beide Winden 21, 46 über die Regeleinheit 48 so gesteuert, dass zum einen die Absenk-/Anhebebewegung mit der vorbestimmten Geschwindigkeit erfolgt und zum anderen die durch den Seegang verursachten Relativbewegungen der Last L kompensiert werden. Diese Relativbewegungen sind wiederum durch den Doppelpfeil 62 angedeutet.

**[0042]** Da der Kraftfluss der aktiven Kompensationseinheit 8 und der passiven Kompensationseinrichtung 6 im Bereich des Flaschenzugs parallel läuft und dann in einem gemeinsamen Pfad über den Hydrozylinder 24 auf die Last L übertragen wird, kann ein Schwingen oder ein Verdrehen der Last L vermieden werden, wie es bei-

spielsweise bei Lösungen auftreten kann, bei denen die aktive Kompensationseinheit und die passive Kompensationseinrichtung entlang von zwei getrennten Kraftwirkungspfaden an der Last L angreifen.

**[0043]** Ein weiterer Vorteil des beschriebenen Systems besteht darin, dass alle festen Rollen und alle losen Rollen jeweils im Wesentlichen in der gleichen Ebene liegen, so dass die dynamischen Belastungen im Flaschenzug 20 minimal sind, da alle Rollen mehr oder weniger in gleicher Weise belastet sind.

**[0044]** Die erfindungsgemäße Lösung kann durch Auswechseln des Trageils 18 und Hinzufügen der aktiven Part 56 mit den Rollen 42, 44, 40 auf einfache Weise bei bestehenden Lösungen nachgerüstet werden.

**[0045]** Bei dem Ausführungsbeispiel werden Winden (Winde 21, Aktivwinde 46) verwendet - prinzipiell können anstelle derartiger Winden auch andere Aktoren, beispielsweise Linearantriebe oder dergleichen verwendet werden.

**[0046]** Das Trageil kann im Bereich der Umlenkung als Kette oder sonstiges verschleißfestes Zugmittel ausgeführt sein. Der auf die Winden aufzuwickelnde Abschnitt kann auch aus hochfestem Kunststoff, bspw. Dyneema® ausgeführt sein. Der Hub der vorbeschriebenen aktiven Kompensationseinheit 8 entspricht vorzugsweise lediglich den durch Seegang/Dünung bewirkten Schiffsbewegungen (+ ca. 10m), so dass der Aktivaktor relativ klein ausgelegt werden kann.

**[0047]** Wie erläutert, ist die Anwendung der Einrichtung nicht auf die Kompensation von durch Seegang verursachten Bewegungen begrenzt sondern allgemein dort anwendbar, wo aufgrund äußerer Umstände verursachte Relativbewegungen einer Last kompensiert werden sollen. Die aktive Kompensationseinheit kann auch als mobile Lösung ausgeführt sein.

**[0048]** Offenbart ist eine Seegangskompensationseinrichtung bei der eine Last über eine passive Kompensationseinrichtung und eine aktive Kompensationseinheit abgestützt ist, wobei ein Flaschenzug einer Hubeinrichtung sowohl der passiven Kompensationseinrichtung als auch der aktiven Kompensationseinheit zugeordnet ist.

#### Bezugszeichenliste

- [0049]**
- |    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 1  | Einrichtung                      |
| 2  | Schwimmkran                      |
| 4  | Meeresboden                      |
| 6  | passive Kompensationseinrichtung |
| 8  | aktive Kompensationseinheit      |
| 10 | Ladekran                         |
| 14 | feste Rolle                      |
| 16 | lose Rolle                       |
| 18 | Trageil                          |
| 20 | Flaschenzug                      |
| 21 | Winde                            |
| 22 | Rollenblock                      |

24 Hydrozylinder  
 26 Kolben  
 28 Druckraum  
 30 Druckkammer  
 32 hydropneumatische Speichereinheit  
 34 Kolbenstange  
 36 Kolbenstange  
 38 Konsole  
 40 lose Rolle  
 42 feste Rolle  
 44 feste Rolle  
 46 Aktivwinde  
 48 Regeleinheit  
 50 Sensor  
 52 Sensor  
 54 Bremse  
 56 aktive Part  
 58 passive Part  
 60 Bypassventil  
 62 Doppelpfeil

die Bremse (54) an einer ortsfesten Rolle (42) angreift.

4. Einrichtung nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei die passive Kompensationseinrichtung (6) einen Hydrozylinder (24) hat, dessen Kolben (26) einen in Stützrichtung wirksamen Druckraum (28) begrenzt, der mit einer Speichereinheit (32) in Wirkverbindung steht, wobei die Last (L) an einer Kolbenstange (34) des Kolbens (26) angreift.

5. Einrichtung nach Patentanspruch 4, wobei die vom Druck in der Speichereinheit (32) bestimmte Vorspannung im Druckraum (28) so gewählt ist, dass das Gewicht der Last (L) bei ausgefahrener Kolbenstange (34) in etwa kompensiert ist.

6. Einrichtung nach Patentanspruch 4 oder 5, wobei der Hydrozylinder (24) als Gleichgangzylinder ausgeführt ist und die aktive Part (56) an der von der Last (L) entfernten Kolbenstange (36) angreift.

### Patentansprüche

1. Einrichtung zum Heben, Senken oder Halten einer Last (L) mit einer Kompensationseinrichtung zum Ausgleich von insbesondere durch Seegang verursachten Relativbewegungen der Last (L) mit Bezug zu einer Zielposition, wobei die Last (L) von einer Hubeinrichtung in Richtung zur Zielposition oder von dieser weg bewegbar ist und ortsfeste und lose Rollen (14, 42, 44; 16, 40) hat, die mit einem Tragseil (18) einen Flaschenzug (20) bilden, wobei das Tragseil (18) mittels eines Aktors eingeholt oder gefiert werden kann und wobei der Hubeinrichtung eine passive Kompensationseinrichtung (6) zugeordnet ist, die das Gewicht der Last (L) zumindest teilweise stützt, wobei eine aktive Kompensationseinheit (8) vorgesehen ist, die über eine Regeleinheit (48) in Abhängigkeit von einer Relativbewegung der Last (L) ansteuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tragseil (18) von dem Aktor (21) über die Rollen (14, 42, 44; 16, 40) zu einem Aktivaktor (46) der aktiven Kompensationseinheit (8) geführt ist, der unabhängig von dem Aktor (21) ansteuerbar ist.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, wobei die passive Kompensationseinrichtung (6) als Aktor eine Winde (21) und die aktive Kompensationseinheit (8) als Aktivaktor eine Aktivwinde (46) aufweist und wobei einer Rolle (42) eine Bremse (54) zugeordnet ist, über die das Tragseil (18) festgehalten werden kann, so dass eine passive Part (58) des Tragseils (18) sich von der Rolle (42) zur Winde (21) und eine aktive Part (56) des Tragseils (18) von der Rolle (42) zur Aktivwinde (46) erstreckt.

3. Einrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei

7. Einrichtung nach Patentanspruch 4, 5 oder 6, wobei die zumindest der passiven Part (58) zugeordneten losen Rollen (16) an einem den Hydrozylinder (24) tragenden Rollenblock (22) und die zumindest eine der aktiven Part (56) zugeordnete lose Rolle (40) an einer Kolbenstange (36) angreift.

8. Einrichtung nach einem vorhergehenden Patentanspruch und mit Sensoren (50, 52) zur Erfassung der wirksamen Tragseillänge und der Windenkraft und mit einer Regeleinheit (48) zur Ansteuerung der Aktoren in Abhängigkeit von den erfassten Messwerten.

9. Einrichtung nach einem vorhergehenden Patentanspruch und mit einem Bypassventil (60) zur Druckentlastung des Druckraums (28).

10. Einrichtung nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei eine Regeleinheit (48) ausgelegt ist, die Einrichtung zumindest nach folgenden Betriebsarten zu steuern:

- Anheben oder Absenken der Last (L) durch Ansteuern des Aktors und Anhalten des Aktivaktors,
- Kompensation einer durch Wellengang oder Dünung verursachten Relativbewegung der Last (L) zu der Zielposition durch Einrücken der Bremse (54) und Ansteuerung des Aktivaktors und Halten des Aktors und
- Anheben und Absenken der Last (L) und dabei Kompensation einer durch Wellengang oder Dünung verursachten Relativbewegung der Last (L) zu der Zielposition durch Einrücken der Bremse (54) und Ansteuern des Aktors und des

Aktivators.

5

10

15

20

25

30

35

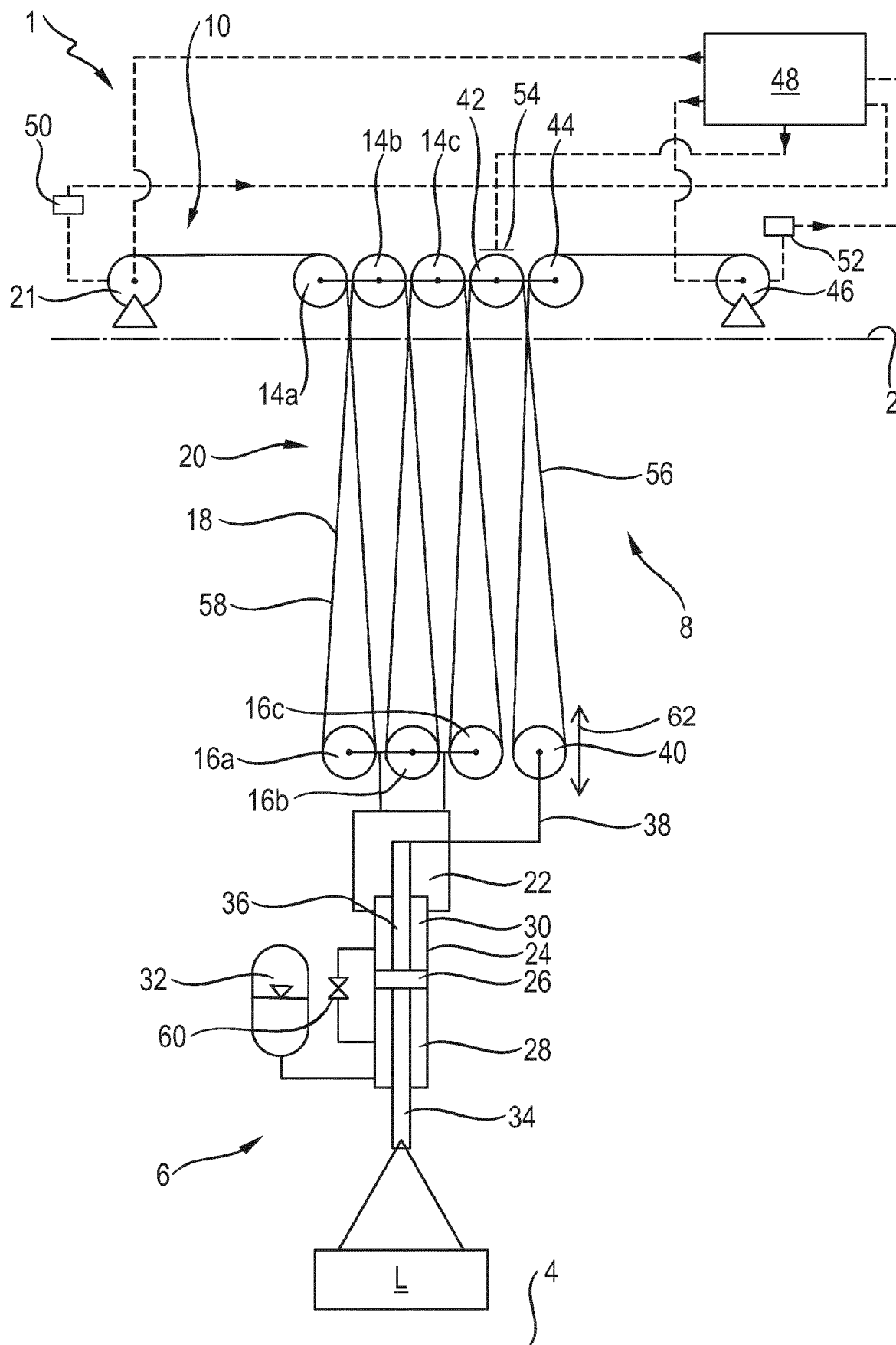
40

45

50

55

7





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 17 16 7045

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                           | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 2011/034422 A2 (ITREC BV [NL];<br>ROODENBURG JOOP [NL]; WIJNING DIEDERICK<br>BERNARDUS [NL]) 24. März 2011 (2011-03-24)<br>* das ganze Dokument *<br>----- | 1,4,5,8,<br>9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INV.<br>B66C13/02<br>B66D1/52      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | B66C<br>B66D<br>E21B<br>E02F       |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>7. Dezember 2017</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Prüfer<br><b>Serôdio, Renato</b>   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                               | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 16 7045

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.

07-12-2017

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | WO 2011034422 A2                                   | 24-03-2011                    | BR 112012006034 A2                | 12-04-2016                    |
|    |                                                    |                               | CN 102630211 A                    | 08-08-2012                    |
| 15 |                                                    |                               | EP 2477927 A2                     | 25-07-2012                    |
|    |                                                    |                               | EP 3018087 A1                     | 11-05-2016                    |
|    |                                                    |                               | US 2012217063 A1                  | 30-08-2012                    |
|    |                                                    |                               | WO 2011034422 A2                  | 24-03-2011                    |
| 20 | -----                                              |                               |                                   |                               |
| 25 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 30 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 35 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 4121806 A [0003] [0006] [0009]
- US 7934561 B1 [0005]
- EP 1869282 B1 [0008]
- US 4021019 A [0010]
- DE 102015225936 A1 [0012]
- EP 2896589 A1 [0012]