

Hebeeinrichtung für Offshore-Plattformen

Die Erfindung betrifft eine Hebeeinrichtung für eine Offshore-Plattform sowie Verfahren zum Anheben oder Absenken einer Offshore-Plattform mit der Hebeeinrichtung und Verfahren zum Anheben und Absenken eines Stützbeines einer Offshore-Plattform mit der Hebeeinrichtung.

Aus der US 2011/0305521 A1 ist eine Offshore-Plattform bekannt, die mittels eines Lastkahns auf eine Betriebsstellung gezogen werden kann. Die Offshore-Plattform weist vier vertikal verfahrbare Stützbeine mit jeweils einem am meeresbodenseitigen Ende angeordneten Fuß auf. Die Stützbeine werden relativ zur Plattform mittels Ritzeln verfahren. Entlang der Stützbeine sind Zahnstangen vorgesehen, in die die Ritzel eingreifen. Durch Antreiben der Ritzel können die Stützbeine zunächst auf den Meeresboden aufgesetzt werden und die Plattform darauffolgend aus dem Meer heraus angehoben werden.

In der US 5,188,484 A ist ein vergleichbarer Hebemechanismus offenbart, bei dem eine Offshore-Plattform vier Stützbeine umfasst, entlang derer jeweils eine Zahnstange in Längsrichtung angeordnet ist und die entlang der Zahnstangen mittels in sie eingreifender angetriebener Ritzel verfahrbar ist.

Daneben sind Jacking-Systeme bekannt, die ein schrittweises Anheben der Plattform bzw. ein schrittweises Absenken der Stützbeine mittels zweier relativ zueinander verfahrbarer Verriegelungsringe ermöglichen.

Die US 2,944,403 betrifft ein hydraulisches Jacking-System mit zwei Klemmenringen, die jeweils eine Vielzahl von entlang des Klemmringumfangs angeordneten Klemmbacken aufweisen, die mittels Hydraulikzylinder gegen die Außenwandung des Stützbeines drückbar sind.

Die US 3,565,400 offenbart ein Jacking-System mit zwei umlaufenden, durch entlang einer in Längsrichtung angeschrägten Kontaktfläche geteilten Klemmrings, die durch Zugkraft am äußeren Klemmringteil die Klemmkraft auf die Außenwandung des Stützbeines vergrößern. Die Klemmringe sind dauerhaft geschlossen um die Stützbeine gelegt.

In der Hebevorrichtung der GB 792,592 der Firma DeLong wird bei den Klemmrings die Klemmwirkung durch das Stützbein entlang des Umfangs umlaufende aufblasbare Elemente erzielt, die die Klemmböcken gegen die Außenwandung des Stützbeins drücken.

5 Des Weiteren sind auf einem Loch-/Bolzeneingriff basierende Hebeeinrichtungen bekannt.

Aus der EP 2 221 417 A1 ist ein Hebeyesystem mit zwei gegeneinander beweglichen Verriegelungsringen bekannt, die durch einen Loch-/Bolzeneingriff ein Anheben oder Absenken der Plattform entlang der Stützbeine ermöglichen.

10

Nachteilig an den bekannten Systemen ist zum einen, dass ein Hebeverfahren mittels Zahnstangen und Ritzeln eine in der Herstellung relativ aufwändige und kostenintensive Konstruktion der Stützbeine erfordert, zum anderen sind die bekannten Hebeeinrichtungen mittels Verriegelungsringen nur auf eine konkrete Kombination von Beindurchmessern und Hubkapazitäten ausgelegt, die jeweils nur auf eine bestimmte Hubplattform angepasst sind. Die Bauteile der Verriegelungsringe können nachteiligerweise weder mit nur geringem Aufwand an das jeweilige Stützbein angepasst werden noch nachträglich um das Stützbein herum installiert werden und auch nicht nachträglich vom Stützbein wieder entfernt werden. Die bekannten Konstruktionen erfordern immer eine vollständig neue Dimensionierung der kompletten Hebeeinrichtung für jede neue Implementierung auf einer Plattform. An den auf einem Loch-/Bolzeneingriff beruhenden Systemen ist zusätzlich nachteilig, dass sie die Arretierung der Plattform nur in durch die Position des Loches entlang des Stützbeins vorgegebenen Stellungen ermöglichen.

15 20 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, die die oben genannten Nachteile verringern bzw. vermeiden.

Die Aufgabe wird in ihrem ersten Aspekt durch eine eingangs genannte Hebeeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und in ihrem zweiten Aspekt durch Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und in ihrem dritten Aspekt durch Verfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 19 bis 23 gelöst.

30

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

35 Die erfindungsgemäße Hebeeinrichtung ist zum Anheben und/oder Absenken einer Offshore-Plattform entlang wenigstens eines Stützbeines bestimmt. Unter einer Hebeeinrichtung ist hier sowohl eine Hebe- als auch eine Absenkeinrichtung zu verstehen.

Sie wird einfachheitshalber nur als Hebeeinrichtung bezeichnet. Die Plattform ist von einer Transportstellung schwimmend im Wasser oder auf einem Lastkahn aufliegend in eine Betriebsstellung oberhalb der Meeresoberfläche mittels wenigstens einer Hebeeinrichtung anhebbar. Auf der Plattform können in der Betriebsstellung Bohrtürme, Förder- und Prozessanlagen wie auch Windenergieanlagen usw. betrieben werden. Die Hebeeinrichtung eignet sich auch zum Absenken des Stützbeines aus einer Transportstellung in eine Kontakt mit dem Meeresboden aufweisende Installationsstellung.

Die Hebeeinrichtung kann natürlich auch zum Absenken der Plattform aus der Betriebsstellung in die Transportstellung und zum Anheben der Stützbeine aus der Installations - in die Transportstellung verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Hebeeinrichtung umfasst eine bestimmte Anzahl von miteinander zu wenigstens einer geschlossenen Verriegelungskette verbundenen standardisierten Segmenten, wobei die Anzahl der standardisierten Segmente durch die benötigte Hubkapazität der Hebeeinrichtung bestimmt ist, wobei die Hubkapazität durch die Gesamtlast bestimmt ist, die wiederum durch das Gewicht der Offshore-Plattform vermehrt um die operativen Lasten mitbestimmt ist. Neben dem Gewicht der Offshore-Plattform selbst ist für die Hubkapazität entscheidend, auf wie viele Stützbeine und damit auf wie viele Verriegelungsketten die Gesamtlast der Offshore-Plattform verteilt werden muss.

Unter standardisierten Segmenten werden hier vorzugsweise vollständig baugleiche oder bauähnliche Segmente verstanden, die vorzugsweise jeweils eine vorgegebene Hubkapazität aufweisen, die unabhängig von dem Gewicht der jeweiligen Offshore-Plattform ist. Es kann auch ein bestimmter Formenschatz an Segmenten vorgegeben sein, aus dem die Anzahl an Segmenten ausgewählt wird. Die standardisierten Segmente sind für Verriegelungsketten mit unterschiedlichen Umfangslängen und damit Stützbeinen sehr unterschiedlicher Querschnitte und Querschnittsumfangslängen geeignet, und sie sind in den verschiedenen Verriegelungsketten eingebaut. Benachbarte Segmente der geschlossenen Verriegelungskette sind miteinander durch Verbindungsflaschen einer Länge verbunden, die durch die Umfangslänge des wenigstens einen Stützbeines und durch die Anzahl an Segmenten bestimmt ist. Somit kann vorzugsweise für Stützbeine mit großem Querschnitt und daher großer Umfangslänge für Offshore-Plattformen mit naturgemäß relativ hohem Gewicht eine hohe Anzahl an standardisierten Segmenten ausgewählt werden und mittels der der Länge nach angepassten Verbindungsflaschen miteinander verbunden werden. Dasselbe Prinzip gilt für Stützbeine jeglichen Querschnitts und Plattformen jeglichen Gewichts.

Erfindungsgemäß sind die standardisierten Segmente nicht für einen bestimmten Querschnitt des Stützbeines, insbesondere nicht für eine bestimmte Krümmung der Außenwandung des Stützbeines konstruiert, sondern für eine bestimmte standardisierte Reibkraft, die durch ein Segment zwischen Stützbein und Plattform übertragen werden kann. Die standardisierten Segmente eignen sich für Verriegelungsketten für Stützbeine eines beliebigen oder zumindest stark variierenden Stützbeinquerschnittes, insbesondere eines kreisförmigen Querschnittes beliebigen oder zumindest stark variierenden Durchmessers.

Vorzugsweise weisen Hebeeinrichtungen mit geschlossenen Verriegelungsketten für Stützbeine unterschiedlicher Umfangslänge jeweils die baugleichen standardisierten Segmente auf. Die Verriegelungsketten unterscheiden sich voneinander nur durch die Anzahl der standardisierten Segmente sowie insbesondere die Länge der Verbindungslaschen zwischen benachbarten Segmenten.

Die Hebeeinrichtung umfasst mehrere miteinander zu einer geschlossenen Verriegelungskette verbundene Segmente. Die Segmente sind vorzugsweise im Wesentlichen baugleich, günstigerweise vollständig bauidentisch. Dadurch ist ein kostengünstiges Herstellen der Verriegelungskette möglich. Die Verriegelungskette weist einen Umfang und wenigstens einen Radius auf, die Verriegelungskette ist in ihrem Umfang und wenigstens einem Radius durch die segmentierte Bauweise und die Möglichkeit, zusätzliche Segmente einzufügen und überflüssige Segmente zu entnehmen, veränderbar. Sie ist vorteilhafterweise für ein großes Spektrum an Stützbeinquerschnitten einsetzbar.

Die geschlossene Verriegelungskette kann ein im Querschnitt senkrecht zu einer Längsrichtung des Stützbeines exakt kreisförmiges Stützbein, aber auch ein elliptisches Stützbein und sogar ein im Querschnitt dreieckförmiges, quadratisches, rechteckiges oder vieleckiges Stützbein umlaufen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient das Verfahren zur Herstellung von wenigstens zwei Hebeeinrichtungen für Offshore-Plattformen unterschiedlichen Gewichtes und/oder mit Stützbeinen unterschiedlicher Umfangslänge, indem jede der wenigstens zwei Hebeeinrichtungen nach einem der vorgenannten Verfahren hergestellt wird und zur Herstellung der Verriegelungsketten jeder der wenigstens zwei Hebeeinrichtungen die gleichen standardisierten Segmente verwendet werden und die den unterschiedlichen Umfangslängen angepassten unterschiedlichen Längen der Verriegelungsketten durch Verbindungslaschen unterschiedlicher Länge gebildet werden.

Damit können vorteilhafterweise Hebeeinrichtungen für unterschiedliche Offshore-Plattformen aus den gleichen Segmenten hergestellt werden, was zu einer Kosteneinsparung gegengüber vollständig individuell konzipierten Hebeeinrichtungen führt.

5

Vorzugsweise weisen die Segmente, günstigerweise jedes der Segmente Verriegelungselemente auf, die entlang des Umfanges angeordnet sind und nach radial innen weisen. Der Begriff des Verriegelns ist hier weit zu verstehen, er umfasst neben dem Klemmen, also dem Gegeneinanderpressen zweier Flächen auch das Verzahnen oder
10 Eingreifen eines oder mehrere Bolzens in ein oder mehrere Löcher. Die Verriegelungselemente können Klemmbacken, Zähne eines Zahnrades oder einer Zahnstange oder auch Bolzen oder Löcher sein, die mit jeweils an dem Stützbein angeordneten komplementären Verriegelungselementen zusammenwirken.

15 Die Segmente sind voneinander entlang des Umfangs beabstandet angeordnet, und sie weisen vorzugsweise in radialer Richtung hin und her bewegliche Klemmbacken, vorzugsweise hin und her verfahrbare Klemmbacken auf, die Klemmbacken der Segmente bilden in ihrem Zusammenwirken einen in der Größe veränderbaren Klemmquerschnitt aus. In radialer Richtung hin und her beweglich meint hier, dass zumindest eine
20 Bewegungskomponente der Bewegung der Klemmbacken in exakt radialer Richtung verläuft.

Die konstruktive Ausgestaltung der Segmente kann unterschiedlich sein.

In einer Ausführungsform der Erfindung weisen die Segmente jeweils wenigstens ein mit
25 einem fließfähigen Medium befüllbares und durch die Befüllung expandierbares elastisches Behältnis auf, wobei das Behältnis die Klemmbacken zum Stützbein drückt, wenn es mit dem Medium befüllt wird und auf diese Weise den Klemmquerschnitt verkleinert. Das elastische Behältnis kann verschiedenartig ausgebildet sein. Das Medium kann Gas oder Flüssigkeit, insbesondere Luft, Öl oder Wasser sein.

30

In einer spezielleren Ausführungsform der Erfindung weisen die Segmente jeweils zwei gegeneinander in radialer Richtung bewegliche, im Klemmquerschnitt jeweils U-förmige und ineinandergreifende Segmentteile auf, und das elastische Behältnis ist zwischen den beiden ineinandergreifenden Segmentteilen angeordnet, wobei das radial innen liegende
35 Segmentteil die Klemmbacke bildet. Das elastische Behältnis kann insbesondere in dieser Ausführungsform als Schlauch ausgebildet sein, der in den in der Größe veränderlichen

Raum, der durch die beiden ineinandergreifenden U-förmigen Segmentteile ausgebildet ist, eingeführt ist. Der Schlauch verläuft dabei in Längsrichtung der beiden U-Profile. Durch Befüllung des Schlauches mit dem Medium expandiert der Schlauch und drückt die beiden U-förmigen Profile auseinander und damit eine der Klemmbacken gegen die Außenwandung des Stützbeines.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Klemmbacken mittels eines Selbsthemmungsmechanismus an den Segmenten beweglich angeordnet, und sie weisen jeweils wenigstens ein reibungsverstärkendes Element auf ihrer radialen Innenseite auf. Der Selbsthemmungsmechanismus ermöglicht es, dass die Klemmbacken durch vom Eigengewicht der Plattform erzeugter, an der Verriegelungskette angreifender Zugkraft den Klemmquerschnitt verringern und die Verriegelungskette so durch Selbsthemmung an der Außenwandung des Stützbeines festklemmt. Ein Selbsthemmungsmechanismus ist zum einen wartungsfreundlich und dadurch kostengünstig, zum anderen ist die Selbsthemmung besonders sicher, weil keine zusätzliche Hydraulik zur Ausübung eines hinreichenden Klemmdruckes bzw. hinreichender Klemmkraft erforderlich ist. Selbst bei einem plötzlichen Ausfall der Steuerung bleibt der Klemmdruck bestehen.

Günstigerweise umfasst der Selbsthemmungsmechanismus wenigstens einen an Innenseiten von Segmentkörpern angeordneten, um wenigstens eine Achse verschwenkbaren Arm, wobei die Schwenkachsen vorzugsweise tangential zur Umfangsrichtung verlaufen. Der wenigstens eine Arm ist mit seinem radial äußeren Ende an der Innenseite des Segmentkörpers, vorzugsweise mittels eines Drehgelenkes verschwenkbar angelenkt. Günstigerweise ist an dem radial inneren Armende jeweils eine Klemmbacke angeordnet, wobei die Klemmbacke wiederum vorzugsweise durch ein Drehgelenk am radial inneren Armende angelenkt ist. Durch Verschwenken des wenigstens einen Armes ist der Klemmquerschnitt veränderbar.

Vorzugsweise weisen die Klemmbacken an ihrer radialen Innenseite vorzugsweise voneinander getrennte reibungsverstärkende Elemente, insbesondere Elastomere oder Reibbeläge auf. Die reibungsverstärkenden Elemente erhöhen den Reibwiderstand und verringern den benötigten Klemmdruck und verhindern daher das Abrutschen der Verriegelungskette an der Außenwandung des Stützbeines.

Zum sicheren Auslösen der Selbsthemmung ist es förderlich, zunächst eine Initialhemmung der Verriegelungskette am Stützbein auszulösen. Dafür ist erfindungsgemäß ein jedem Segment zugeordneter Aktuator vorgesehen, der mit dem wenigsten einen Arm des

Segmentes in Wirkverbindung steht und den Arm so weit verschwenkt, dass die Klemmbacke unter Ausübung eines initialen Drucks auf die Außenwandung des Stützbeines drückt und ein Abrutschen der Verriegelungskette verhindert, damit die Selbsthemmung überhaupt auslösen kann.

5

Der Aktuator kann beispielsweise ein steuerbarer hydraulischer oder pneumatischer Zylinder oder ein Spindeltrieb oder auch eine Feder sein. Vorzugsweise ist ein Sicherheitsmechanismus vorgesehen. Mittels einer Feder ist günstigerweise ein permanent wirkender Aktivator gestaltet, der mittels einer entgegenwirkenden Mechanik deaktiviert werden kann. Bei Ausfall jedweder Steuerung einschließlich der Steuerung der Aktuatoren kommt es dennoch immer zu einer durch die Initiierung hervorgerufenen sicheren Selbstklemmung in jeder Lage am Stützbein.

10

Vorzugsweise ist eine Zentriereinrichtung vorhanden. Die Zentriereinrichtung ist günstigerweise lösbar. Die Zentriereinrichtung positioniert die Verriegelungskette während des Klemmvorganges konzentrisch um das Stützbein herum. Dadurch werden die Klemmbacken gleich belastet, und es wird insbesondere ein ungewolltes Umschlagen einer weiter von der Außenwandung des Stützbeines entfernten Klemmbacke verhindert.

15

Der Klemmmechanismus weist vorzugsweise zusätzlich eine mechanische Umschlagsperre auf. Die Umschlagsperre verhindert ein ungewolltes Umschlagen der Klemmbacken und damit einen plötzlichen Verlust der Klemmkraft.

20

Die Zentriereinrichtung kann ein mechanischer Abstandhalter von der Verriegelungskette zum Stützbein sein, vorzugsweise kann sie als ein das Stützbein umlaufender Zentrierring, der mit Abstandshaltern mit der Verriegelungskette verbunden ist, ausgebildet sein. Der Zentrierring ist auch Anschlag für die Klemmbacken.

25

Die Zentriereinrichtung kann eine Winkelmesseinrichtung der Arme relativ zum Segment oder eine Abstandsmesseinrichtung zur Außenwandung des Stützbeines umfassen sowie eine Steuerung der als hydraulische Zylinder ausgebildeten Aktuatoren.

30

Bevorzugt ist die Verbindung zwischen benachbarten, vorzugsweise baugleichen Segmenten lösbar ausgebildet. Dadurch ist es möglich, die Verriegelungskette, nachdem die Plattform ihre Betriebsstellung oberhalb der Meeresoberfläche erreicht hat, zu öffnen und vollständig vom Stützbein zu entfernen. Die Plattform wird ohne Hebeeinrichtung durch Bolzenverbindungen oder andere geeignete Verbindungen am Stützbein dauerhaft befestigt.

35

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Hebeeinrichtung sind in Längsrichtung ausgerichtete Hubzylinder vorgesehen mit einem plattformseitigen und einem verriegelungskettenseitigen Ende, und beide Enden weisen Befestigungsmittel zur Befestigung an der Plattform bzw. der Verriegelungskette auf. Die Hubzylinder ermöglichen es, die Plattform bei festgeklemmter Verriegelungskette anzuheben, indem alle Hubzylinder der Hebeeinrichtung gleichzeitig eingefahren werden. Entsprechendes gilt für das Absenken der Plattform.

Günstigerweise umfasst die Hebeeinrichtung mindestens eine weitere Verriegelungskette, die entlang des Stützbeines vorzugsweise zwischen der plattformabseitigen Verriegelungskette und der Plattform angeordnet ist. Die plattformseitige mindestens eine weitere Verriegelungskette ist während des Hebevorganges relativ positionsfest zur Plattform angeordnet. Die Hebeeinrichtung funktioniert durch aufeinanderfolgendes abwechselndes Festklemmen und Lösen der Verriegelungsketten, so dass die Stützbeine in einem Jacking-Verfahren abgesenkt werden können, bis sie Kontakt mit dem Meeresboden aufweisen und die Plattform in einem Jacking-Verfahren aus dem Wasser herausgehoben werden kann

Die weitere Verriegelungskette und die Verriegelungskette sind baugleich, insbesondere weist die weitere Verriegelungskette weitere Aktuatoren auf, die eine Initialhemmung auslösen.

Hinsichtlich des zweiten Aspektes der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung einer Hebeeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Idee, zur Herstellung einer Hebeeinrichtung standardisierte Segmente zu verwenden, die mittels Verbindungslaschen zu einer geschlossenen Verriegelungskette verbunden werden. Dabei sind die Segmente nicht an die äußere Form des Stützbeines angepasst, sondern dasselbe Segment kann für Stützbeine mit verschiedenen Querschnitten verwendet werden. Die Hubkapazität eines einzelnen Segmentes wird vorgegeben, und danach wird die Hubkapazität der Verriegelungskette und der Hebeeinrichtung bestimmt. Vorzugsweise werden Segmente vorbestimmter Hubkapazitäten bereitgehalten. Die Hubkapazität der Hebeeinrichtung wird vorzugsweise danach anhand des Gewichtes der Offshore-Plattform bestimmt. Des Weiteren werden vorzugsweise die Anzahl der Stützbeine sowie die Anzahl der Verriegelungsketten für die Berechnung der Hubkapazität der Hebeeinrichtung hinzugenommen. Die Hubkapazität der Hebeeinrichtung ist dabei die Kraft bzw. das Gewicht, die bzw. das die Hebeeinrichtung an dem Stützbein halten muss, ohne zu verrutschen.

Aus der Hubkapazität der Hebeeinrichtung bzw. der Verriegelungskette wird die Anzahl der standardisierten Segmente jeder der Verriegelungsketten bestimmt. In die Berechnung geht dabei ein, mit welcher Kraft die Klemmelemente der Segmente gegen die Außenwandung des Stützbeins drücken, insbesondere wie groß die Kraft pro Fläche ist und wie groß die Kraft pro Fläche höchstens sein darf, damit die Wandung des Stützbeins nicht durch die Klemmkraft beschädigt wird. Aus diesen Vorgaben wird die Anzahl der Segmente pro Verriegelungskette bestimmt, und anhand der Anzahl der Segmente pro Verriegelungskette sowie der Umfangslänge des wenigstens einen Stützbeines werden die Längen der Verbindungsflaschen zwischen benachbarten Segmenten bestimmt, und die benachbarten Segmente werden mittels der Verbindungsflaschen miteinander verbunden.. Die Verbindungsflaschen werden mit den Segmenten vorzugsweise lösbar mittels Schraub-, Haken- oder Bolzenverbindungen verbunden. Dabei verlaufen die Verbindungsflaschen vorzugsweise entlang des Umfangs tangential zur Umfangsrichtung des Stützbeines. Sie können gestapelt oder in Gruppen in Längsrichtung voneinander beabstandet zwischen den Segmenten angeordnet werden.

Günstigerweise wird mindestens eine Verbindungsflasche oder eine Gruppe von Verbindungsflaschen zwischen zwei Segmenten in der Länge justierbar ausgestaltet, um umfangsrelevante Toleranzen aller Bauteile auszugleichen.

Günstigerweise werden an einige, vorzugsweise alle Segmente der Verriegelungskette Hubzylinder montiert, die mit ihrem freien Ende mit entweder einer weiteren Verriegelungskette oder der Plattform positionsfest verbunden werden. Jede Hebeeinrichtung weist vorzugsweise eine Verriegelungskette und eine weitere Verriegelungskette auf, die relativ zueinander beweglich sind. Die Segmente zur Herstellung der Hebeeinrichtung können aus einer bestehenden Hebeeinrichtung entnommen werden, indem die bestehende Hebeeinrichtung in ihre Segmente und Verbindungsflaschen zerlegt wird und die bestimmte Anzahl an Segmenten aus der bestehenden Hebeeinrichtung entnommen wird und mittels Neuberechneter Länge der Verbindungsflaschen miteinander zur neuen Hebeeinrichtung verbunden wird.

Hinsichtlich des dritten Aspektes der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Anheben wie auch durch ein Verfahren zum Absenken einer Offshore-Plattform gelöst, die mit wenigstens einer der oben genannten Hebeeinrichtungen durchgeführt werden.

Das Verfahren zum Anheben der Plattform verläuft, indem die Verriegelungskette in einer ersten Stellung an dem Stützbein vorzugsweise durch Ausfahren der Hubzylinder gelöst wird

und die Verriegelungskette an einer von der Plattform weiter entfernten zweiten Stellung an dem Stützbein vorzugsweise durch Betätigen der Aktuatoren initial gehemmt wird. Nachfolgend wird die weitere Verriegelungskette in einer dritten Stellung entlang des Stützbeines gelöst, und durch das Lösen der weiteren Verriegelungskette in der zweiten
5 Stellung wird die initial gehemmte Verriegelungskette in der zweiten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt. Die Hubzylinder werden eingefahren und die weitere Verriegelungskette in einer vierten Stellung initial an der Außenwandung des Stützbeins gehemmt. Danach wird die Verriegelungskette in der zweiten Stellung gelöst und dadurch die initial gehemmte weitere Verriegelungskette in der vierten Stellung durch
10 Selbsthemmung festgeklemmt. Der Vorgang wiederholt sich dann vom ersten Schritt an und wird solange durchgeführt, bis die Plattform die Betriebshöhe über dem Meeresboden erreicht hat.

Die Plattform kann mehrere Stützbeine, vorzugsweise drei, aber auch vier, sechs oder acht
15 Stützbeine aufweisen.

Die Offshore-Plattform wird mittels eines Lastkahns oder selbstschwimmend auf Betriebsstellung gebracht und die Stützbeine auf Installationsstellung mittels der beschriebenen Hebeeinrichtung soweit herabgelassen, bis Füße der Stützbeine Kontakt mit
20 dem Meeresboden aufnehmen. Danach wird die Hebeeinrichtung weiter betätigt und damit die Plattform aus dem Wasser herausgehoben. Die Plattform wird so weit über die Wasseroberfläche gehoben, dass sie in ihrer Betriebsstellung nicht mehr dem Wellenschlag ausgesetzt ist.

25 Das Verfahren zum Absenken der Plattform mittels wenigstens einer Hebeeinrichtung verläuft entsprechend und gemäß den Merkmalen des Anspruchs 12.

Sowohl beim Verfahren zum Anheben als auch zum Absenken der Plattform ist der Selbsthemmungsmechanismus so ausgebildet, dass er durch eine an der Verriegelungskette
30 angreifende, zum Meeresboden weisende Kraft ausgelöst wird.

Ein Verfahren zum Anheben des Stützbeines verläuft gemäß den Merkmalen des Anspruchs 13, ein Verfahren zum Absenken des Stützbeines mit den Merkmalen des Anspruchs 14.

35 Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in fünf Figuren beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer plattformabseitigen Verriegelungskette einer erfindungsgemäßen Hebeeinrichtung,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Hebeeinrichtung in Fig. 1,

5

Fig. 3 eine Draufsicht der Hebeeinrichtung in Fig. 1,

Fig. 4 eine perspektivische Innenansicht eines Segmentes der Verriegelungskette in Fig. 1,

10 Fig. 5 eine perspektivische Außenansicht des Segmentes in Fig. 4,

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht einer plattformabseitigen Verriegelungskette einer zweiten erfindungsgemäßen Hebeeinrichtung,

15 Fig. 7 eine perspektivische Teilansicht, teilweise als Schnitt eines erfindungsgemäßen Segmentes gemäß Fig. 6.

Offshore-Plattformen werden mit Stützbeinen 2 selbstschwimmend oder auf einem Lastkahn aufliegend im Meer auf Position verbracht. Dort werden die während des Transportes
20 hochgefahrenen Stützbeine 2 zum Meeresboden abgesenkt und die Plattform anschließend aus dem Meer heraus oder vom Lastkahn angehoben und in einer Betriebsstellung dauerhaft arretiert.

In den Figuren ist ein Teil einer Hebeeinrichtung 1 dargestellt, die zum einen dazu dient,
25 eines der Stützbeine 2 der Offshore-Plattform aus dem für den Transport hochgefahrenen Zustand soweit abzusenken, bis es Kontakt mit einem Meeresboden hat. Jedem der Stützbeine ist die baugleiche Hebeeinrichtung 1 zugeordnet. Zum anderen kann die Plattform anschließend unter gleichzeitiger Anwendung aller Hebeeinrichtungen 1 weiter aus dem Meer heraus in die Betriebsstellung angehoben werden. Dort ist sie beabstandet vom
30 Meeresspiegel und über dem Meeresspiegel angeordnet. In der Betriebsstellung ist die Plattform ohne die Hebeeinrichtung 1 arretierbar.

Fig. 1 zeigt einen Abschnitt des Stützbeines 2 der (nicht dargestellten) Plattform. Die Plattform wäre am unteren Bildrand der Fig. 1 angeordnet. Durch die Plattform sind in
35 diesem Ausführungsbeispiel vier senkrecht zur Ebene der Plattform in einer Längsrichtung L verfahrbare Stützbeine 2 hindurchgeführt. Es ist natürlich auch denkbar, Plattformen mit drei, sechs, acht oder einer anderen Anzahl von Stützbeinen 2 zu versehen.

Die Plattform des dargestellten Ausführungsbeispiels ist zusammen mit den vier eingefahrenen Stützbeinen 2 schwimmfähig. Sie kann daher mittels eines Schiffes auf Position gezogen werden, die Stützbeine 2 sind während des Transportes hochgefahren.

- 5 Die Stützbeine 2 der auf Position verbrachten Plattform werden mit Hilfe einer in Fig. 1 dargestellten plattformabseitigen Verriegelungskette 3 zuerst abgesenkt, bis am meeresbodenseitigen Ende der Stützbeine 2 angeordnete (nicht dargestellte) Stützfüße Kontakt mit dem Meeresboden haben. Im Meeresboden können die Stützfüße auf verschiedene Weise verankert werden, beispielsweise mit Saugvorrichtungen wie
- 10 Saugdosen oder durch Elefantenfüße. Am einfachsten ist es, ein meeresbodenseitig geschlossenes röhrenförmiges Stützbein 2 auf den Meeresboden aufzusetzen und abhängig von den axialen Lasten des Stützbeins 2 und den mechanischen Eigenschaften des Bodens in denselben hineinzudrücken und damit zu gründen.
- 15 Nachdem die Stützbeine 2 über ihre Stützfüße im Meeresboden verankert sind, wird die Plattform mit Hilfe der Hebeeinrichtungen 1 aus dem Wasser herausgehoben und entlang der Längsrichtung L der Stützbeine 2 solange vertikal verfahren, bis die Betriebshöhe erreicht ist, in der die Plattform nicht mehr dem Wellenschlag ausgesetzt ist.
- 20 Die vollständige Hebeeinrichtung 1 umfasst die plattformabseitige Verriegelungskette 3 und eine baugleiche plattformseitige Verriegelungskette gemäß Fig. 1, die entlang der Längsrichtung L des Stützbeines 2 übereinander angeordnet sind und jeweils das Stützbein 2 konzentrisch umlaufen. Die in Fig. 1 dargestellte weitere von der Plattform beabstandete Verriegelungskette 3 wird im Weiteren als plattformabseitige Verriegelungskette 3
- 25 bezeichnet. Die dichter an der Plattform montierte Verriegelungskette wird im Weiteren als plattformseitige Verriegelungskette bezeichnet. Die der plattformabseitigen (3) bzw. plattformseitigen Verriegelungskette zugeordneten Bauteile werden entsprechend als plattformabseitig bzw. plattformseitig bezeichnet.
- 30 Die plattformabseitige Verriegelungskette 3 umfasst acht Segmente 6. Eines der Segmente 6 ist in Fig. 1 durch das Stützbein 2 verdeckt. Jedes Segment 6 weist zwei in Längsrichtung L übereinander montierte Segmentkörper 7, 8 auf. Ein plattformabseitiger Segmentkörper 7 und ein plattformseitiger Segmentkörper 8 sind über einen Verbindungsflansch miteinander verschraubt. Von jedem der plattformseitigen Segmentkörper 8 geht ein in Längsrichtung L
- 35 verlaufender Hubzylinder 9 zur Plattform hin ab.

Die plattformabseitige Verriegelungskette 3 weist einen entlang des Umfangs im Wesentlichen gleichbleibenden Durchmesser auf, und sie umläuft das Stützbein 2 im Wesentlichen konzentrisch.

5 Der Hubzylinder 9 weist ein verriegelungskettenseitiges Ende und ein plattformseitiges Ende auf, die jeweils über eine Bolzenverbindung an einem der plattformseitigen Segmentkörper 8 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 bzw. an der Plattform angelenkt sind. Das verriegelungskettenseitige Hubzylinderende weist eine in Längsrichtung L abstehende verriegelungskettenseitige Lasche 11 auf, die in eine vom plattformseitigen Segmentkörper 8
10 abstehende Gabel 13 eingreift und mittels eines in Umfangsrichtung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 angeordneten Bolzens gelenkig verbunden ist. Eine vom plattformseitigen Hubzylinderende in Längsrichtung L abstehende Lasche 12 greift in eine korrespondierende, mit der meeresabseitigen Plattformseite fest verbundene (nicht eingezeichnete) Gabel ein.

15

Die vollständige Hebeeinrichtung 1 weist zusätzlich für jedes der Stützbeine 2 die (nicht eingezeichnete) plattformseitige Verriegelungskette auf, die im Gegensatz zur plattformabseitigen Verriegelungskette 3 direkt über Bolzenverbindungen mit der Plattform verbunden ist. Es sind keine Hubzylinder zwischen der plattformseitigen Verriegelungskette
20 und der Plattform vorgesehen.

Die einzelnen Segmente 6 sind in Längsrichtung L ausgerichtet und äquidistant voneinander beabstandet entlang des Umfangs des Stützbeines 2 angeordnet. Die Segmente 6 sind jeweils beidseitig mit benachbarten Segmenten 6 über jeweils zwei Gruppen von jeweils vier
25 Verbindungslaschen 16, 17 miteinander verbunden. Die plattformabseitige Gruppe von Verbindungslaschen 16 ist seitlich mit plattformabseitigen Segmentkörpern 7 und die plattformseitige Gruppe von Verbindungslaschen 17 ist seitlich mit plattformseitigen Segmentkörpern 8 über eine Bolzenverbindung mit in Längsrichtung L verlaufenden Bolzenlängsachsen gelenkig verbunden. Anstelle einer Bolzenverbindung können auch
30 andere geeignete Verbindungen, wie Schraub- oder Hakenverbindungen, gewählt werden.

Jedes der Segmente 6 umfasst zwei übereinander in Längsrichtung L beabstandet voneinander vorgesehene Klemmbacken 18, 19, die über jeweils einen in radialer Richtung schräg gestellten Arm 21, 22 an radialen Innenseiten des plattformabseitigen bzw. plattformseitigen Segmentkörpers 7, 8 angeordnet sind. Jeder der beiden Arme 21, 22 eines
35 der Segmente 6 ist über ein Drehgelenk mit der radialen Innenseite eines plattformabseitigen bzw. plattformseitigen Segmentkörpers 7, 8 verbunden und über ein weiteres Drehgelenk gelenkig mit einer radialen Außenseite der plattformabseitigen bzw. plattformseitigen

Klemmbacken 18, 19 verbunden. Die Drehgelenke beider Arme 21, 22 sind jeweils über eine tangential zur Umfangsrichtung verlaufende Achse drehbar.

Fig. 2 zeigt die Anordnung der Fig. 1 in einer Seitenansicht. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wie auch in den weiteren Figuren gleiche Bauteile wie in der Fig. 1. Jedes Segment 6 weist in Längsrichtung L übereinander angeordnete plattformabseitige und plattformseitige Segmentkörper 7, 8 auf, die jeweils in Umfangsrichtung in Höhe der Angriffspunkte der Segmentkörper 7, 8 beidseitig mit Verbindungslaschen 16, 17 mit einem benachbarten Segmentkörper 7, 8 gelenkig in Verbindung stehen. Die beiden Segmentkörper 7, 8 sowie der dem jeweiligen Segment 6 zugeordnete Hubzylinder 9 sind vorzugsweise exakt in Längsrichtung L übereinander angeordnet. Eine Hubrichtung des Hubzylinders 9 verläuft parallel zur Längsrichtung L.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 in Fig. 1 und Fig. 2. Die plattformabseitigen Klemmbacken 18 sowie die nicht dargestellten plattformseitigen Klemmbacken 19 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 sind in Kontakt mit einer Außenwandung des im Querschnitt kreisrunden Stützbeines 2. Die Klemmbacken 18, 19, die in ihrer Gesamtheit so dimensioniert sind, das gesamte Plattformgewicht verteilt auf vier Stützbeine 2 und vier Hebeeinrichtungen 1 zu tragen, üben jeweils eine Klemmkraft auf die Außenwandung des Stützbeines 2 auf. Nachdem die Plattform aus dem Wasser gehoben ist und mittels der Hebeeinrichtungen 1 ihre Betriebsstellung erreicht hat, kann die Plattform dauerhaft mittels nicht dargestellter Haltemittel an den Stützbeinen 2 arretiert werden. Die plattformabseitigen Verriegelungsketten 3 der Hebeeinrichtungen 1 werden dann an Bolzenverbindungen bestimmter plattformabseitiger und plattformseitiger Laschen 16, 17 an den Segmenten 6 gelöst und vollständig entfernt. Entsprechendes gilt für die plattformseitigen Verriegelungsketten.

Fig. 4 zeigt eines der Segmente 6 in einer Ansicht schräg radial von innen nach außen. In Fig. 4 ist die Funktionsweise eines Selbsthemmungsmechanismus erkennbar. Der Selbsthemmungsmechanismus ist hier pro Segment 6 gedoppelt. Ein plattformabseitiger Teil des Selbsthemmungsmechanismus umfasst den schräg gestellten plattformabseitigen Arm 21, der um die in Umfangsrichtung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 verlaufende Drehachse drehbar am plattformabseitigen Segmentkörper 7 gelagert ist. Die plattformabseitige Klemmbacke 18 ist um eine weitere in Umfangsrichtung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 verlaufende Drehachse am plattformabseitigen Arm 21 angelenkt.

Für einen plattformseitigen Teil des Selbsthemmungsmechanismus des Segmentes 6 gilt Entsprechendes. Er umfasst den in einem Stellwinkel schräg gestellten plattformseitigen Arm 22, der wiederum über eine Bolzenverbindung mit der plattformseitigen Klemmbacke 19 desselben Segmentes 6 um eine parallel zur weiteren Drehachse des ersten Teils des Selbsthemmungsmechanismus gelenkig in Verbindung steht und der an dem plattformseitigen Segmentkörper 8 um eine parallel zur Achse des ersten Teils des Selbsthemmungsmechanismus gelenkig angeordnet ist. Innenseiten der Klemmbacken 18, 19 bilden einen Klemmquerschnitt. Die Größe des Klemmquerschnitts variiert mit der Größe des Stellwinkels der Arme 21, 22.

Da der plattformabseitige Arm 21 und der plattformseitige Arm 22 parallel zueinander und nach radial innen zur Plattform hin abfallend angeordnet sind, erzeugt eine Bewegung der Hebeeinrichtung 1 in Fig. 1 von oben nach unten durch eine an dem Hubzylinder angreifende Gewichtskraft eine Selbsthemmung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 am Stützbein 2, weil sich der Klemmquerschnitt verkleinert.

Des Weiteren ist der Selbsthemmungsmechanismus mit einem Initialhemmmechanismus gekoppelt. Letzterer umfasst einen plattformabseitigen Hebel 40 und einen auf ihn wirkenden plattformabseitigen Aktuator 41.

Der plattformabseitig über den plattformabseitigen Segmentkörper 7 geführte plattformabseitige Hebel 40 ist zum einen radial innen gelenkig mit dem plattformabseitigen Arm 21 und radial außen mit dem plattformabseitigen Aktuator 41 verbunden. Der plattformabseitige Aktuator 41 treibt den plattformabseitigen Hebel 40 an und verschwenkt über den plattformabseitigen Hebel 40 den plattformabseitigen Arm 21. Der plattformabseitige und der plattformseitige Arm 21, 22 sind miteinander über eine Bolzenverbindung verbunden. Der plattformabseitige Aktuator 41 kann somit beide Klemmbacken 18, 19 des Segmentes 6 gemeinsam in einer Kreisbewegung gleichzeitig in radialer Richtung und in Längsrichtung L verschwenken. Durch den radialen Anteil der Kreisbewegung der Klemmbacken 18, 19 verfahren sich gegenüberliegende Klemmbacken 18, 19 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 etwas aufeinander zu und verringern somit den Klemmquerschnitt zwischen den Klemmbacken 18, 19 und ermöglichen ein initiales Festklemmen der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 an der Außenwandung des Stützbeines 2.

Die auf das Stützbein 2 wirkende Kraft der Initialhemmung ist geringer als die der Selbsthemmung. Die plattformabseitigen Aktuatoren 41 dienen dazu, einen Initialdruck auf

die Außenwandung des Stützbeines 2 auszuüben, der die Klemmbacken 18, 19 so stark auf die Außenwandung drückt, dass ein Abrutschen der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 beim Aufbau der Selbsthemmung verhindert wird. Dazu muss mindestens die Schwerkraft der Klemmbacken 18, 19 überwunden werden.

5

Grundsätzlich ist jede der plattformabseitigen Verriegelungsketten 3 durch Einfügen weiterer Segmentkörper 7, 8 mit zugehörigem Arm 21, 22 und zugehöriger Klemmbacke 18, 19 in Längsrichtung L um einen weiteren Teil eines Selbsthemmungsmechanismus erweiterbar.

10 Fig. 4 zeigt die radiale Innenseite der beiden Klemmbacken 18, 19 mit jeweils sechs auf der Innenseite angeordneten Kautschukeinlagen 50, die in zwei in Längsrichtung L ausgerichteten Dreieranordnungen angeordnet sind, wobei die beiden Dreieranordnungen voneinander durch eine Führungsschiene 51 getrennt sind.

15 Die nachfolgenden Stellungsangaben beziehen sich auf eine Stellung entlang der Längsrichtung L des Stützbeins, wobei eine dritte Stellung am dichtesten an der Plattform vorgesehen ist, eine vierte Stellung am zweitdichtesten, eine erste Stellung am zweitweitesten entfernt und eine zweite Stellung am entferntesten von der Plattform vorgesehen ist.

20

Nachdem die vier Stützbeine 2 auf dem Meeresboden aufgesetzt sind, verläuft das Hebeverfahren zum Anheben der Plattform aus dem Wasser grundsätzlich in folgenden nacheinander ausgeführten Schritten: Die plattformabseitige Verriegelungskette 3 befindet sich zunächst in einer ersten Stellung entlang des Stützbeines 2. Die plattformabseitige

25 Verriegelungskette 3 wird gelöst, und die Hydraulikzylinder 9 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 werden ausgefahren, und dann werden die plattformabseitigen Aktuatoren 41 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 eingezogen, und damit wird der Klemmquerschnitt zwischen den Klemmbacken 18, 19 solange verringert, bis eine Initialhemmung der Klemmbacken 18, 19 an der Außenwandung des Stützbeines 2 auftritt.

30 Die Initialhemmung verhindert ein Abrutschen der Klemmbacken 18, 19 entlang der Außenwandung des Stützbeines 2 im nächstfolgenden Schritt. Nach dem Aufbau der Initialhemmung werden die Hubzylinder 9 weiter eingefahren, dadurch wird die plattformabseitige Verriegelungskette 3 zunehmend mit der Last der Plattform belastet und die Selbsthemmung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 aufgebaut, und die

35 plattformseitige Verriegelungskette löst sich. Durch Ausfahren der plattformseitigen Aktuatoren werden die Klemmbacken 18, 19 der plattformseitigen Verriegelungskette ganz von der Außenwandung des Stützbeines 2 in einer dritten Stellung gelöst. Die

plattformabseitige Verriegelungskette 3 ist jetzt in einer zweiten Stellung festgeklemmt. Die Hubzylinder 9 werden eingefahren, und die Plattform wird um den Hub der Hubzylinder 9 angehoben. Dann wird die plattformseitige Verriegelungskette initial an der Außenwandung des Stützbeines 2 in einer vierten Stellung gehemmt. Nachdem die plattformseitige Verriegelungskette initial gehemmt ist, werden die plattformabseitigen Aktuatoren 41 betätigt, und die Selbsthemmung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 wird gelöst. In dem Maße, wie sich die Selbsthemmung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 löst, baut sich die Selbsthemmung der plattformseitigen Verriegelungskette in der vierten Stellung auf. Dadurch wird die aufliegende Last von der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 zur plattformseitigen Verriegelungskette verlagert. Die plattformabseitigen Verriegelungskette 3 kann, nachdem die Last vollständig auf der plattformseitigen Verriegelungskette liegt, von dem Stützbein 2 gelöst werden. Die Hubzylinder 9 werden dann wieder ausgefahren, und die plattformabseitige Verriegelungskette 3 wird im ausgefahrenen Zustand der Hubzylinder 9 wiederum zunächst mittels Initialhemmung und anschließender Selbsthemmung an der Außenwandung des Stützbeines 2 festgeklemmt. Danach wird die plattformseitige Verriegelungskette wieder gelöst, indem die plattformseitigen Aktuatoren ausgefahren werden. In dem Maße, in dem die Selbsthemmung der plattformseitigen Verriegelungskette gelöst wird, baut sich die Selbsthemmung der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 solange auf, bis die vollständige Last wiederum auf der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 liegt. Der Vorgang wird so oft wiederholt, bis die Plattform ihre Betriebshöhe über dem Meeresspiegel erreicht hat. Während des gesamten Hebeverfahrens werden die plattformabseitige Verriegelungskette 3 und die plattformseitige Verriegelungskette mithilfe einer (nicht dargestellten) Zentriereinrichtung konzentrisch um das Stützbein 2 positioniert.

In der Betriebsstellung wird die Plattform dauerhaft mit den Stützbeinen 2, vorzugsweise mittels eines weiteren zum dauerhaften Halten ausgelegten Klemmmechanismus oder mittels einer Bolzenverbindungen oder ähnlich geeigneten Mitteln, arretiert. Die Hebeeinrichtung 1 kann in der Betriebsstellung der Plattform vollständig durch Lösen der Verbindungslaschen 16, 17 geöffnet werden und vollständig vom Stützbein 2 entfernt werden. Die Hebeeinrichtung 1 wird erst wieder benötigt, wenn die Plattform beispielsweise zwecks Demontage abgesenkt werden muss. Das Verfahren zum Absenken der Plattform verläuft entsprechend.

In Fig. 6 ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen plattformabseitigen Verriegelungskette 3 dargestellt mit einer Vielzahl an voneinander gleich beabstandeten Segmenten 6, die über Paare von Verbindungslaschen 16, 17 miteinander verbunden sind.

Die Verbindungsflaschen 16 17 sind jeweils lösbar über Schrauben, Haken oder Bolzen mit Ösen der Segmente 6 austauschbar und gelenkig verbunden. Am plattformseitigen Ende jedes Segmentes 6 ist eine Gabel 13 zur Befestigung der Hubzylinder 9 vorgesehen.

- 5 Fig. 6 zeigt u. a., dass die plattformabseitige Verriegelungskette 3 durch Lösen der Verbindungsbolzen vom Stützbein 2 gelöst und entfernt werden kann und durch Einfügen weiterer Segmente 6 auf eine größere Hubkapazität eines anderen Stützbeines 2 eingestellt werden kann. Es ist auch denkbar, dass die Verbindungsflaschen 16 zwischen den Segmenten 6 durch längere Verbindungsflaschen 16 gelenkig verbunden werden, so dass
10 die durch die Anzahl der Segmente 6 der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 bestimmte Hubkraft die gleiche bleibt, aber der Umfang der plattformabseitigen Verriegelungskette 3 vergrößert wird.

- Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht, teilweise als Schnitt eines Segmentes 6 in Fig. 6
15 mit einem radial äußeren Segmentteil 70 und einem radial inneren Segmentteil 71, wobei das radial innere Segmentteil 71 im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung L des Stützbeines 2 entlang seiner Längsausdehnung U-förmig ausgebildet ist und in das radial äußere Segmentteil 70 in ausschließlich radialer Richtung beweglich eingesteckt ist, wobei das radial äußere Segmentteil 70 ebenfalls entlang seiner Längsausdehnung im Querschnitt
20 U-förmig ausgebildet ist und die beiden U-förmigen Segmentteile 70, 71 um 180° horizontal gedreht und ineinander gesteckt sind und in radialer Richtung gegeneinander beweglich bleiben. In den durch die beiden U-förmigen Profile ausgebildeten Raum ist ein - hier nicht eingezeichneter - in Längsrichtung L verlaufender Schlauch geführt, der durch ein fließfähiges Medium wie beispielsweise Luft oder Wasser aufdehnbar ist und das radial
25 innere Segmentteil 71 nach radial innen auf das Stützbein 2 drückt. Der Schlauch kann elastisch dehnbar sein oder einen geeignet gefalteten Querschnitt aufweisen, der es bei Befüllung mit Luft oder Wasser gestattet die radiale Ausdehnung des Schlauches zu vergrößern. Die in radialer Richtung erlaufenden Seiten des Schlauches können dazu beispielsweise gefaltet sein. Eine radial innere Seite des Segmentteils weist eine
30 Klemmbacke 18 auf, die vorzugsweise einen haftungserhöhenden dünnen Belag, beispielsweise ein Elastomer o. Ä. aufweist.

Bezugszeichenliste

	1	Hebeeinrichtung
	2	Stützbein
5	3	plattformabseitige Verriegelungskette
	6	Segmente
	7	plattformabseitiger Segmentkörper
	8	plattformseitiger Segmentkörper
10	9	Hubzylinder
	11	verriegelungskettenseitige Lasche
	12	plattformseitige Lasche
	13	Gabel
15		
	16	plattformabseitige Verbindungslaschen
	17	plattformseitige Verbindungslaschen
	18	plattformabseitige Klemmbacke
	19	plattformseitige Klemmbacke
20		
	21	plattformabseitiger Arm
	22	plattformseitiger Arm
	40	plattformabseitiger Hebel
25	41	plattformabseitiger Aktuator
	50	Kautschukeinlage
	51	Führungsschiene
30	70	äußeres Segmentteil
	71	inneres Segmentteil
	L	Längsrichtung

Patentansprüche

1. Hebeeinrichtung für eine Offshore-Plattform mit einem Gewicht entlang wenigstens eines Stützbeines (2) mit einer Umfangslänge mit
einer bestimmten Anzahl miteinander zu wenigstens einer geschlossenen
5 Verriegelungskette (3) verbundenen standardisierten Segmenten (6), wobei die Anzahl der Segmente (6) die durch das Gewicht der Offshore-Plattform bestimmte Hubkapazität der Hebeeinrichtung (1) bestimmt, und mit
benachbarte Segmente (6) miteinander verbindenden Verbindungsflaschen (16, 17)
einer Länge, die durch die Umfangslänge des wenigstens einen Stützbeines (2) und
10 die Anzahl an Segmenten (6) bestimmt ist,
wobei die bestimmte Anzahl an Segmenten (6) und die in ihren Längen bestimmten Verbindungsflaschen (16, 17) miteinander zu der wenigstens einen Verriegelungskette (3) verbunden sind.
- 15 2. Hebeeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass von den Segmenten (6) entlang des Umfanges angeordnete Verriegelungselemente (18, 19) abgehen.
3. Hebeeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,,
20 dadurch gekennzeichnet, dass von den Segmenten (6) voneinander entlang des Umfangs beabstandete und in radialer Richtung hin und her bewegliche Klemmböcken (18, 19) abgehen, die zusammen einen in der Größe veränderbaren Klemmquerschnitt ausbilden.
- 25 4. Hebeeinrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (6) jeweils wenigstens ein mit einem fließfähigen Medium befüllbares und durch die Befüllung expandierbares elastisches Behältnis aufweisen, das die Klemmböcke (18, 19) zum Stützbein (2) drückt und
dadurch den Klemmquerschnitt verkleinert.
- 30 5. Hebeeinrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (6) jeweils zwei gegeneinander in radialer Richtung bewegliche, im Klemmquerschnitt U-förmige und ineinandergreifende Segmentteile (70, 71) aufweisen und elastische Schläuche zwischen den beiden
ineinandergreifenden Segmentteilen (70, 71) angeordnet sind und am radial inneren
35 Segmentteil (71) eine der Klemmböcken (18, 19) angeordnet ist.

6. Hebeeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmbacken (18, 19) mittels eines
Selbsthemmungsmechanismus an den Segmenten (6) beweglich angeordnet sind.
- 5 7. Hebeeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
gekennzeichnet durch wenigstens ein reibungsverstärkendes Element (50) auf der
Innenseite der Klemmbacken (18, 19).
8. Hebeeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
10 gekennzeichnet durch an den Segmentinnenseiten angeordnete, um jeweils eine in
Umfangsrichtung verlaufende äußere Achse verschwenkbare Arme (21, 22), an deren
inneren Armenden jeweils eine der Klemmbacken (18, 19) angeordnet ist, und
dadurch, dass der Klemmquerschnitt durch Verschwenken der Arme (21, 22)
veränderbar ist.
- 15 9. Hebeeinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8,
gekennzeichnet durch eine Zentriereinrichtung der Verriegelungskette (3) relativ zum
Stützbein (2).
- 20 10. Hebeeinrichtung nach einem der Ansprüche, 1 bis 9,
gekennzeichnet durch einen jeweils einem Segment (6) zugeordneten Aktuator (41),
der mit dem jeweiligen Arm (21, 22) des Segmentes (6) in Wirkverbindung steht und
den Arm (21, 22) verschwenken kann, um eine Initialhemmung der Verriegelungskette
(3) am Stützbein (2) auszulösen.
- 25 11. Hebeeinrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (41) einen Sicherheitsmechanismus
umfasst, der eine permanent wirkende Feder umfasst, die die Klemmbacken (18, 19)
nach radial innen drückt und eine der Feder entgegenwirkende Mechanik aufweist, die
30 die Federkraft im Betrieb deaktiviert und die Feder beim Ausfall der Steuerung freigibt
12. Hebeeinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11,
gekennzeichnet durch in Längsrichtung (L) wirkende, an einer Plattformseite jedes der
Segmente (6) angeordnete Hubzylinder (9), deren plattformseitiges Ende ein
35 Befestigungsmittel zur Befestigung an der Plattform aufweist.
13. Hebeeinrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12,
gekennzeichnet durch eine entlang des wenigstens einen Stützbeines (2) zwischen der

Verriegelungskette (3) und der Plattform angeordnete weitere Verriegelungskette, wobei die Verriegelungskette (3) und die weitere Verriegelungskette entlang des Stützbeines (2) relativ zueinander beweglich sind.

- 5 14. Hebeeinrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass eine der beiden Verriegelungsketten (3) während des Hebevorganges relativ positionsfest zur Plattform angeordnet ist.
- 10 15. Hebeeinrichtung nach Anspruch 13 oder 14,
gekennzeichnet durch eine Steuerung für die Hubzylinder (9) und die Aktuatoren (41) sowie weitere Segmenten (6) der weiteren Verriegelungskette zugeordnete weitere Aktuatoren.
- 15 16. Verfahren zur Herstellung einer Hebeeinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit wenigstens einer geschlossenen Verriegelungskette (3), um eine Offshore-Plattform mit einem Gewicht entlang wenigstens eines Stützbeines (2) mit einer Umfangslänge zu bewegen, indem
eine Hubkapazität der Hebeeinrichtung (1) anhand des Gewichtes der Offshore-Plattform bestimmt wird und
20 daraus eine Anzahl an standardisierten Segmenten (6) der Verriegelungskette (3) bestimmt wird,
aus der Anzahl der Segmente (6) der Verriegelungskette (3) und der Umfangslänge des wenigstens einen Stützbeins (2) Längen von Verbindungsflaschen (16, 17) bestimmt werden, die benachbarte Segmente (6) miteinander verbinden und
25 die bestimmte Anzahl an Segmenten (6) und die in ihren Längen bestimmten Verbindungsflaschen (16, 17) miteinander zur wenigstens einen Verriegelungskette (3) lösbar verbunden werden.
- 30 17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl an Segmenten (6) die zum Heben der Offshore-Plattform notwendige Hubkapazität bereithält.
- 35 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Verriegelungskette in denselben Verfahrensschritten wie die Verriegelungskette (3) hergestellt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 16, 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet, dass an die Segmente (6) der Verriegelungskette (3)
Hubzylinder (9) montiert werden.
- 5 20. Verfahren zur Herstellung von wenigstens zwei Hebeeinrichtungen (1) für Offshore-
Plattformen unterschiedlichen Gewichtes und/oder mit Stützbeinen (2)
unterschiedlicher Umfangslänge, indem jede der wenigstens zwei Hebeeinrichtungen
(1) nach einem der Verfahren 16 bis 19 hergestellt wird und zur Herstellung der
Verriegelungsketten (3) jeder der wenigstens zwei Hebeeinrichtungen (1) die gleichen
10 standardisierten Segmente (6) verwendet werden und die den unterschiedlichen
Umfangslängen angepassten unterschiedlichen Längen der Verriegelungsketten (3)
durch Verbindungsflaschen (16, 17) unterschiedlicher Länge gebildet werden.
- 15 21. Verfahren zum Anheben einer Offshore-Plattform mit einer Hebeeinrichtung (1) nach
wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15,
indem eine Verriegelungskette (3) in einer ersten Stellung an einem Stützbein (2)
gelöst wird,
Hubzylinder (9) ausgefahren werden und die Verriegelungskette (3) an einer von der
Plattform weiter als die erste Stellung entfernten zweiten Stellung an dem Stützbein (2)
20 initial gehemmt wird,
eine weitere Verriegelungskette in einer dritten Stellung entlang des Stützbeines (2)
gelöst wird und dadurch die Verriegelungskette (3) in der zweiten Stellung durch
Selbsthemmung festgeklemmt wird,
die Hubzylinder (9) eingefahren werden,
25 die weitere Verriegelungskette in einer von der Plattform weiter als die dritte Stellung
entfernten vierten Stellung initial gehemmt wird,
die Verriegelungskette (3) in der zweiten Stellung gelöst wird und dadurch die weitere
Verriegelungskette in der vierten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird.
- 30 22. Verfahren zum Absenken einer Offshore-Plattform mit einer Hebeeinrichtung (1) nach
wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15,
indem eine Verriegelungskette (3) in einer zweiten Stellung an einem Stützbein (2)
gelöst wird,
Hubzylinder (9) eingefahren werden und die Verriegelungskette (3) an einer zu der
35 Plattform dichter als die zweite Stellung gelegenen ersten Stellung an dem Stützbein
(2) initial gehemmt wird,
eine weitere Verriegelungskette in einer vierten Stellung entlang des Stützbeines (2)

gelöst wird und dadurch die Verriegelungskette (3) in der ersten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird,
die Hubzylinder (9) ausgefahren werden,
die weitere Verriegelungskette in einer zur Plattform dichter als die vierte Stellung
5 gelegenen dritten Stellung initial gehemmt wird,
die Verriegelungskette (3) in der ersten Stellung gelöst wird und dadurch die weitere Verriegelungskette in der dritten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird.

23. Verfahren zum Anheben eines Stützbeins (2) mit einer Hebeeinrichtung (1) nach
10 wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15,
indem ein Selbsthemmungsmechanismus umgeschlagen wird,
eine Verriegelungskette (3) in einer zweiten Stellung an dem Stützbein (2) gelöst wird,
Hubzylinder (9) eingefahren werden und die Verriegelungskette (3) an einer dichter als
die zweite Stellung an der Plattform gelegenen ersten Stellung an dem Stützbein (2)
15 initial gehemmt wird,
eine weitere Verriegelungskette in einer vierten Stellung entlang des Stützbeines (2) gelöst wird und dadurch die Verriegelungskette (3) in der ersten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird,
die Hubzylinder (9) ausgefahren werden,
20 die weitere Verriegelungskette in einer zur Plattform dichter als die vierte Stellung gelegenen dritten Stellung initial gehemmt wird,
die Verriegelungskette (3) in der ersten Stellung gelöst wird und dadurch die weitere Verriegelungskette in der dritten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird.

24. Verfahren zum Absenken eines Stützbeins (2) mit einer Hebeeinrichtung (1) nach
25 wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15,
indem ein Selbsthemmungsmechanismus umgeschlagen wird,
indem eine Verriegelungskette (3) in einer ersten Stellung an einem Stützbein (2) gelöst wird,
30 Hubzylinder (9) ausgefahren werden und die Verriegelungskette (3) an einer von der Plattform weiter als die erste Stellung entfernten zweiten Stellung an dem Stützbein (2) initial gehemmt wird,
eine weitere Verriegelungskette in einer dritten Stellung entlang des Stützbeines (2) gelöst wird und dadurch die Verriegelungskette (3) in der zweiten Stellung durch
35 Selbsthemmung festgeklemmt wird,
die Hubzylinder (9) eingefahren werden,
die weitere Verriegelungskette in einer weiter von der Plattform als die dritte Stellung

entfernten vierten Stellung initial gehemmt wird,
die Verriegelungskette (3) in der zweiten Stellung gelöst wird und dadurch die weitere
Verriegelungskette in der vierten Stellung durch Selbsthemmung festgeklemmt wird.

- 5 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verriegelungskette (3) oder die weitere
Verriegelungskette initial geklemmt bzw. gelöst wird, indem die Klemmbacken (18)
oder die weiteren Klemmbacken (19) mittels Aktuatoren (41) oder mittels weiterer
Aktuatoren an die Außenwandung der Stützbeine (2) initial gedrückt bzw. gelöst
10 werden.