

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 469 182 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90120475.0**

(51) Int. Cl.⁵: **B66C 23/52, B63B 35/44**

(22) Anmeldetag: **25.10.90**

(30) Priorität: **30.07.90 DE 4024135**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.92 Patentblatt 92/06

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK FR IT NL SE

(71) Anmelder: **VULKAN ENGINEERING GMBH**
Lindenstrasse 110
W-2820 Bremen 70(DE)

(72) Erfinder: **Forster, Bruno F.**
Sommerweg 35
W-2870 Delmenhorst(DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Strasse**
Martinistrasse 24
W-2800 Bremen 1(DE)

(54) **Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Schwerlasten.**

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Schwerlasten, im Bereich zwischen etwa 6.000 und 10.000 Tonnen, insbesondere beim Brückenbau über offene Gewässer. Vorgesehen ist alternativ eine diskontinuierlich arbeitende Vorrichtung mit einem Hubwerk, bestehend aus mindestens einem auf um die Breite der Schwerlast beabstandeten Schuten, mindestens einem diskontinuierlich höhenverstellbarem Tragorgan je Portal und einem Tragwerk, das seinerseits durch Fluten oder Lenzen in ihrer Eintauchtiefe veränderbare Schuten aufweist und mit aus trennbaren Segmenten bestehenden Stütztürmen versehen ist. In der anderen Alternative ist ein kontinuierlich arbeitendes und dadurch schnelleres Hubwerk prinzipiell identischer Konstruktion vorgesehen, dessen Tragorgane jedoch auch unter Last höhenverstellbar sind.

EP 0 469 182 A2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Schwerlasten, insbesondere von Brückensegmenten beim Bau von Brücken über Gewässer.

Beim Bau von Brücken ist es üblich, die jeweils zwei Pfeiler verbindenden Brückensegmente ohne Stützgerüst zu erstellen. Bekannt ist beispielsweise der sogenannte Spannbetonvorbau, bei dem das Brückensegment von zwei Seiten her in Richtung auf die Mitte zwischen zwei Pfeilern vorrückend gebaut wird. Dieses Verfahren ist bei sehr großen Spannweiten nicht und bei mittleren Spannweiten nur dann sicher beherrschbar, wenn nur der Raum zwischen zwei Pfeilern überbrückt werden muß und jenseits beider Pfeiler eine tragfähige Konstruktion vorhanden ist.

Eine andere bekannte Methode besteht darin, die jeweils ersten Brückensegmente zunächst auf dem festen Boden und die anschließenden Segmente auf bereits fertigen Brückenteilen zu erstellen und dann in Richtung auf den jeweils nächsten freien Pfeiler vorzuschieben. Dieses Verfahren hat ebenfalls dort Grenzen, wo die Spannweiten übermäßig groß werden und vor allem dort, wo die Gewichte der einzelnen Segmente die Grenzen der Tragfähigkeit der bereits fertiggestellten Brückenteile erreichen oder gar übersteigen.

Die bekannten Verfahren versagen jedenfalls dort, wo große Gewässer in besonderer Höhe überbrückt werden müssen und die Breite der Straße auf der Brücke sowie deren Tragfähigkeit Brückensegmente mit einem Gewicht von beispielsweise 7000 Tonnen erfordern.

Sieht man einmal von der in solchen Fällen wirtschaftlich und auch technisch nicht darstellbaren Lösung eines Baus auf Gerüsten ab, so wird man die hier erforderlichen Segmente, die nachstehend auch als Schwerlasten bezeichnet sind, auf dem Land zu bauen, dann zur Einbaustelle transportieren und vor Ort anheben sowie dann auf jeweils zwei Pfeilern absetzen. Konventionelles und mobiles Hebezeug für die Überbrückung von Höhenunterschieden von etwa 50 Metern und zum Handhaben von Segmenten mit Abmessungen von weit über 100 Metern Länge mal etwa 25 Meter Breite und etwa 6 Meter Höhe, das einen wirtschaftlichen Bau einer solchen Brücke ermöglichen würde, ist nicht bekannt.

Somit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die das Heben und Senken von Schwerlasten sowie deren Transport insbesondere beim Bau von Brücken über Gewässer auf wirtschaftlich vertretbare Weise ermöglicht.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe zeichnet sich aus durch ein Hubwerk mit mindestens einem Portal, dessen Portalstützen auf zwei

mindestens um die Breite der Schwerlast beabstandeten Schuten stehen und mit diesen verbunden sind, mit mindestens einem diskontinuierlich höhenverstellbaren Tragorgan je Portal, das an der Portalbrücke befestigt ist und mit mindestens einer Feststellvorrichtung für jedes Tragorgan, welches unabhängig von der Einrichtung zur diskontinuierlichen Höhenverstellung des/der Tragorgane ist und mit Einrichtungen zum Verändern der Eintauchtiefen der beiden Schuten durch Fluten oder Lenzen; außerdem erfordert die Lösung gleichzeitig ein Tragwerk, welches mindestens einen aus trennbaren Segmenten bestehenden Stützturm aufweist, dessen Höhe schrittweise durch Hinzufügen oder Herausnehmen von Segmenten diskontinuierlich veränderbar ist, der auf seinem jeweils obersten Segment eine Aufnahmevorrichtung für die Schwerlast aufweist, dem ein Hebezeug zum Einfügen bzw. Herausnehmen von Segmenten zugeordnet ist und der entweder auf festem Untergrund oder ebenfalls auf einer Schute steht.

Der Kerngedanke dieser Lösung besteht darin, daß man die Schwerlast mit Hilfe ausreichend dimensionierter Schwimmkörper, die zunächst abgesenkt und dann angehoben werden und nach dem Befestigen der Schwerlast an den Tragorganen des Hubwerkes um einen beispielsweise 3 Meter großen Schritt anhebt, die Schwerlast dann auf ein Tragwerk absetzt, welches in entsprechenden Schritten höhenverstellbar ist, nach dem Absetzen der Schwerlast auf dem Tragwerk die Schwimmkörper des Hubwerkes flutet, wodurch die Tragorgane entlastet werden. Daraufhin werden die Tragorgane lastfrei auf den nun verringerten lichten Abstand zwischen der Oberseite des Hubwerkes und der Schwerlast verkürzt sowie festgesetzt. Hiernach wiederholt sich der geschilderte schrittweise Vorgang solange, bis die erforderliche Hubhöhe zum Einsetzen der Schwerlast beispielsweise in ein Brückenbauwerk erreicht ist.

Wie sich auch aus den nachstehenden Ausführungen ergibt, handelt es sich bei den für die Lösung benötigten Komponenten um solche, die trotz der ungewöhnlich großen zu handhabenden Lasten herkömmlich und leicht beschaffbar sind. Schuten für den hier genannten Zweck kann man chartern. Hub- und Tragwerke lassen sich mit herkömmlichen Mitteln und unter Anwendung herkömmlicher Berechnungsverfahren erstellen und die Beweglichkeit der Vorrichtung ist so groß, daß man die Brückensegmente von einer landseitigen Fertigungsstelle ohne große Schwierigkeiten und Kosten über größere Entfernungen zum Einbauort transportieren und dort dann anheben kann.

Die Erfindung läßt eine Vielzahl von Ausgestaltungsmöglichkeiten zu.

So ist vorgesehen, daß das Tragwerk zwei beabstandete Stütztürme aufweist, die auf jeweils ei-

ner Seite des Hubwerkes angeordnet sind. Dabei kann vorgesehen sein, daß das von den beiden Stütztürmen und zwei sie tragenden weiteren Schuten gebildete Tragwerk als zweites Hubwerk ausgebildet ist und daß die Schwerstlast während des Hubvorganges beim schrittweisen Anheben abwechselnd während des einen Schrittes auf den Stütztürmen aufliegt und während des nächsten Schrittes von den Tragorganen gehalten ist. Alternativ hierzu ist es möglich, daß die Schwerstlast während des Hubvorganges schrittweise anhebbar ist und zwischen jeweils zwei Schritten auf den Stütztürmen aufliegt. Im erstgenannten Fall ist zusätzlich vorgesehen, daß jede einen Stützturm tragende Schute in ihrer Eintauchtiefe durch Fluten und Lenzen veränderbar ist.

Die Tragorgane können aus einem Satz von parallel zueinander angeordneten und vertikal verlaufenden Kletterstangen bestehen, der jeweils einem Portal des Hubwerkes zugeordnet sind und deren Kletterstangen gemeinsam die Schwerstlast tragen und mit ihren jeweiligen oberen Enden an der Portalbrücke an unterschiedlichen Stellen ihrer Längserstreckung schrittweise befestigbar, insbesondere festklemmbar sind. Hierbei kann vorgesehen sein, daß jede Kletterstange durch Längsteilung in mehrere, fest miteinander verbindbare Segmente unterteilt ist und daß die oberhalb einer in der Portalbrücke angeordneten Befestigungsvorrichtung befindlichen Segmente der Kletterstangen während des Hubvorganges abnehmbar und beim Senken hinzufügbare sind.

Eine andere erfindungsgemäße Lösung der obengenannten Aufgabe zeichnet sich aus durch ein Hubwerk mit mindestens einem Portal, dessen Portalstützen auf zwei mindestens um die Breite der Schwerstlast beabstandeten Schuten stehen und mit diesen verbunden sind, mit mindestens einem höhenverstellbaren Tragorgan je Portal, das als Zahnstange ausgebildet ist und mit einem Zahnstangenantrieb je Tragorgan, der an der Portalbrücke befestigt ist.

Bevorzugt wird, daß das Hubwerk mindestens ein Paar von in Längsrichtung seiner Schuten beabstandete Portale aufweist. In einem Ausführungsbeispiel ist hierbei ist vorgesehen, daß jedes Tragorgan ein durchlaufendes Seil aufweist, das ausgehend von einer feststehenden Feststellvorrichtung im Bereich des Hubwerkes zunächst zu einem an der Portalbrücke angeordneten ersten Trägerrohr geführt ist, an dessen Außenumfang es teilweise anliegt und von dort aus unter Bildung einer Vielzahl von nach unten hängenden parallelen Schlaufen von dem ersten Trägerrohr um ein von den Schlaufen getragenes zweites tieferes Trägerrohr verläuft und schließlich über die Oberfläche des ersten Trägerrohres zu einer zweiten Feststellvorrichtung geführt ist.

In beiden bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind je Portal zwei Tragorgane vorgesehen. Die unteren Enden der Tragorgane jedes Portals sind mittels eines, etwa parallel zur Portalbrücke verlaufenden Hubträgers verbunden, der als Träger für die Schwerstlast ausgebildet ist.

Weiterhin ist in einer der Ausführungsformen vorgesehen, daß die genannten Trägerrohre unverdrehbar sind und sich vorzugsweise an ihren Enden in Sätteln abstützen und daß die Sättel entweder an der Portalbrücke oder am Hubträger derart befestigt sind, daß sich die der Portalbrücke zugeordneten Sättel aller ersten Trägerrohre unterhalb dieser Trägerrohre befinden und die dem Hubträger zugeordneten Sättel der zweiten Trägerrohre oberhalb dieser zweiten Trägerrohre angeordnet sind.

Rechnerisch hat es sich als sehr zweckmäßig erwiesen, jedem ersten (oberen) Trägerrohr eine Rüttelvorrichtung zuzuordnen, die diesem Trägerrohr und den zugeordneten Schlaufen des Seiles eine überwiegend vertikal gerichtete Schwing- oder Stoßbewegung vermittelt, welche die ruhende Reibung zwischen Seil und Trägerrohr vermindert.

Hierbei sollte die Rüttelvorrichtung aus zwei Teilen bestehen, die auf jeweils ein Ende des zugeordneten ersten Trägerrohres einwirken und diese Enden abwechselnd geringfügig von dem zugeordneten Sattel abheben. Vorgesehen ist, daß die Rüttelvorrichtung bzw. jeder ihrer Teile eine rotierende Nockenscheibe aufweist, deren Nocken das Trägerrohr im wesentlichen vertikal beaufschlagen und daß die Nocken der beiden Teile der Rüttelvorrichtung derart gegeneinander versetzt sind, daß die Enden des zugeordneten Trägerrohres abwechselnd von dem zugeordneten Sattel abgehoben werden.

Ein weiteres bevorzugtes Merkmal besteht darin, daß jede Feststellvorrichtung eine Klemmvorrichtung für das zugeordnete Seil aufweist, welche zwischen dem ersten Trägerrohr und dem zugeordneten freien Seilende angeordnet ist und daß jede Feststellvorrichtung einen Seilstrammer aufweist, welcher zum Straffziehen des Seiles während des Betriebes der Rüttelvorrichtung betätigbar ist, wobei der Seilstrammer aus einer vorzugsweise elektrisch betriebenen Winde besteht.

Will man beim Brückenbau mit nur einer Schute für das Tragwerk auskommen, kann man den erforderlichen zweiten Stützturm während des Einbringens der Schwerstlast am unteren Ende eines Brückpfeilers fest verankern, so daß sich die von einem Brückensegment gebildete Schwerstlast dann auf einem festen und einem schwimmenden Stützturm abstützt, während sie nicht vom Hubwerk getragen wird.

Erwähnenswert ist schließlich noch eine wirtschaftlich günstige Lösung des Problems der

schrittweisen Erhöhung bzw. Erniedrigung der Stütztürme. Hierfür ist vorgesehen, daß das Hebezeug zum Einfügen und Herausnehmen von Segmenten der Stütztürme im Bereich der Stütztürme auf der Schwerlast angeordnet ist.

Die vorstehend primär angesprochene Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung mit Hub- und Tragwerk ist die preiswertere Lösung des Problems. In manchen Fällen kann aber die erforderliche Hubzeit zu groß sein. Die zweite vorgeschlagene Lösung mit kontinuierlichen Hubeinrichtungen arbeitet erheblich schneller und ist im übrigen in gleicher Weise wie die erstgenannte Lösung zur problemlosen Erledigung der gewünschten Transport- und Hubleistungen geeignet. Wegen der speziellen Details der zweiten Lösung wird auf die diesbezüglichen Unteransprüche Bezug genommen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von zwei in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen in unterschiedlich stark schematisierter Darstellung:

- Fig. 1 eine Seitenansicht auf eine Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Brückensegmenten;
- Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht einer Abwandlung der Vorrichtung mit einem ortsfesten und einem auf einer Schute bewegbaren Stützturm;
- Fig. 3 eine Stirnansicht der Vorrichtung gemäß den Fig. 1 oder 2, bei der nur das Hubwerk gezeigt ist;
- Fig. 4 eine der Fig. 3 entsprechende Ansicht zur Darstellung eines Seilsystems als Tragorgan;
- Fig. 5 eine Seitenansicht auf ein Ende eines ersten Trägerrohres mit dort befindlicher Rüttelvorrichtung und
- Fig. 6 einen die Zeichenebene senkrecht durchsetzenden Schnitt durch das in Fig. 5 dargestellte Ende eines ersten Trägerrohres mit Rüttelvorrichtung.
- Fig. 7 eine der Fig. 1 entsprechende Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform einer Vorrichtung zum Heben und Senken von Schwerlasten;
- Fig. 8 eine Stirnansicht analog Fig. 3 der Ausführungsform gemäß Fig. 7;
- Fig. 9 eine Draufsicht auf die zweite Ausführungsform mit ergänzenden Querträgern auf den Portalbrücken;
- Fig. 10 eine schematische Seitenansicht einer der in der zweiten Ausführungsform benutzten Hubeinheiten in stark vergrößertem Maßstab und

Fig. 11 im ebenfalls vergrößerten Maßstab eine Seitenansicht einer der Hubeinrichtungen.

Die nachstehende Beschreibung des einen Ausführungsbeispiels beschränkt sich im wesentlichen auf die Erläuterung der Komponenten, die zum Heben und Senken sowie zum Transport und Einbau von Brückensegmenten gedacht sind, welche ein Gewicht von vielen tausend Tonnen haben sowie Abmessungen, die gar nicht oder nur unter sehr erschwerten Umständen nach herkömmlichen Methoden gebaut, transportiert und eingebaut werden können. Der nachstehend benutzte Begriff "Brückensegment" oder "Segment" betrifft also Brückenbauteile dieser Art.

Die hier interessierenden Brückenbausegmente werden aus Beton am Ufer des zu überbrückenden Gewässers hergestellt. Als Herstellort dient eine speziell hergerichtete oder angelegte Landzunge, die etwas breiter ist als die Breite des herzustellenden Brückensegmentes und bei der die Tiefe des Gewässers auf beiden Seiten für die nachstehend geschilderten Zwecke ausreichend groß ist. Die Länge der Landzunge muß mindestens der Länge des herzustellenden Brückensegmentes entsprechen und wird in der Praxis ein Mehrfaches dieser Länge sein, um eine kontinuierliche Fertigung zu ermöglichen. Auch ist vorstellbar, daß mehrere solche Landzungen parallel zueinander von der Küstenlinie in das Gewässer hineinragen und zwischen sich ausreichend breite und tiefe Kanäle haben.

Das Problem besteht darin, die fertigen Brückensegmente nacheinander zwischen die fertiggestellten Brückenpfeiler zu verbringen und dort soweit anzuheben, daß die Segmente anschließend auf den Pfeilern abgesetzt und miteinander zur Herstellung der Brücke verbunden werden können.

Die zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren der Brückensegmente dienende Vorrichtung besteht im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 aus einem Hubwerk 10 und einem Tragwerk 60.

Das Hubwerk 10 besitzt ausweislich der Fig. 3 zwei lenz- und flutbare Schuten 11, 12. Nicht dargestellte Flutventile und/oder Pumpen 13 (Fig. 4) gestatten es, die Eintauchtiefe der Schuten 11, 12 um etwa 3 bis 4 Meter zu verändern. Dieses Maß wird nachstehend auch als Schritthöhe bezeichnet.

Die beiden Schuten 11, 12 sind parallel zueinander verlaufend angeordnet und haben einen solchen lichten Abstand voneinander, der ausweislich Fig. 3 größer ist als die in dieser Figur erkennbare Breite eines Brückensegments 15. Verbunden sind die beiden Schuten 11, 12 mittels zweier Portale 16, 18. Jedes Portal weist zwei Portalstützen 20, 22 sowie eine die beiden Stützen oben übergreifende Portalbrücke 24 auf. Die beiden Portalstützen 20,

22 stehen auf den beiden Schuten 11, 12 auf und haben eine Höhe, die größer ist als die Höhe des in der Herstellung befindlichen Brückenbauwerks.

Fig. 1 zeigt, daß im Ausführungsbeispiel zwei dieser Portale das Hubwerk bilden. Denkbar ist es, daß weitere Paare von Portalen auf den beiden Schuten 11, 12 untergebracht werden, wenn es die äußeren Bedingungen erfordern.

Das Hubwerk 10 weist an jedem Portal zwei Tragorgane 26 auf, die in dem Ausführungsbeispiel von Seilsystemen der nachstehend beschriebenen Art gebildet sind. Die oberen Enden der Tragorgane 26 sind an der Portalbrücke befestigt (Fig. 3). Ihre unteren Enden sind an einen Hubträger 28 angeschlossen, welcher parallel zu und unterhalb der Portalbrücke an jeweils einem Paar von Tragarmen 26 aufgehängt ist. Fig. 3 läßt erkennen, daß der Hubträger 28 länger ist als die Breite des auch als Schwerlast zu bezeichnenden Brückensegmentes 15.

Wie schon erwähnt, bestehen die Tragorgane 26 im Ausführungsbeispiel aus Seilsystemen in einer Anordnung gemäß Fig. 4. Hierbei ist darauf hinzuweisen, daß die Darstellung in Fig. 4 bezüglich der Lage der Endpunkte und der noch zu erörternden Feststellvorrichtung überaus schematisch ist und nur der Erläuterung des Prinzips dienen soll.

Jedes Seilsystem besteht aus einem einzigen Seil. Dessen eines Ende ist im Ausführungsbeispiel in einer ersten Feststellvorrichtung gehalten. Diese weist gemäß Fig. 4 eine beispielsweise elektrisch betriebene Seilwinde 30 mit relativ geringer Hubkraft auf. Diese Seilwinde ist auf einer der Schuten 11, 12 befestigt. In einer nachstehend noch zu beschreibenden Weise dient die Seilwinde nicht dem Heben oder Senken der Last, sondern durch ihre Auslegung lediglich zur Straffung des Seils 32. Zu der angesprochenen Feststellvorrichtung gehört im Ausführungsbeispiel neben der Seilwinde 30 eine Klemmvorrichtung 34. Sie kann in die Seilwinde 30 integriert sein, ist aber bevorzugt etwas vom freien Ende des Seils 32 beabstandet. Mit dieser Klemmvorrichtung kann das Seil 32 festgelegt und die Seilwinde 30 in einem Störfall ohne Einfluß auf die Funktion des Tragorgans ausgewechselt werden. In Fig. 4 ist durch Pfeile angedeutet, wie die Klemmvorrichtung wirken soll.

Ausgehend von der beschriebenen Feststellvorrichtung läuft das Seil 32 nach oben in Richtung auf die Portalbrücke 24. Dort befindet sich ein festes und unverdrehbar gehaltenes erstes Trägerrohr 36. Das Seil 32 ist um dieses erste Trägerrohr 36 herumgeführt, verläuft von dort nach unten zu einem in der Höhe verstellbaren zweiten Trägerrohr 37, von dort wieder nach oben zum ersten Trägerrohr. Je nach der Größe der zu haltenden Schwerlast sind mit dem Seil 32 eine Vielzahl

paralleler Schlaufen in der beschriebenen Weise um die beiden Trägerrohre herumgelegt. Zuletzt ist das Seil 32 vom ersten (oberen) Trägerrohr wieder nach unten in Richtung auf eine zweite Feststellvorrichtung geführt, die der aus Seilwinde 30 und Klemmvorrichtung 34 bestehenden beschriebenen Klemmvorrichtung entspricht. Sie ist ebenfalls auf einer der Schuten 11, 12 befestigt. Es ist darauf hinzuweisen, daß beide Feststellvorrichtungen durchaus auf einer Schute angeordnet sein können, d. h. abweichend von der Darstellung in Fig. 4.

Die Trägerrohre 36, 37 verlaufen in Längsrichtung der Schuten 11, 12 und damit in Längsrichtung der Schwerlast 15, wie man aus den Fig. 1 und 3 entnehmen kann. Im wesentlichen sind sich die beiden Trägerrohre gleich. Ihre Enden sind in Sätteln 38 gelagert, wie man am besten in Fig. 6 für das erste Trägerrohr 36 erkennt. Die Verdrehsicherung für die Trägerrohre ist in beliebiger herkömmlicher Weise zu gestalten und in den Zeichnungen nicht dargestellt. Zu erwähnen ist bezüglich der Lagerung der Trägerrohre, daß das untere Trägerrohr 37 in den erwähnten Schlaufen des Seils 32 hängt und daß die von dem zweiten Trägerrohr 37 aufzunehmende, von dem Hubträger 28 eingeleitete Last über einen sich oben auf das zweite Trägerrohr 37 auflegenden Sattel entsprechend dem Sattel 38 eingeleitet wird.

Die Vielzahl der Schlaufen jedes Seils 32 um die zugeordneten Trägerrohre bewirkt in Verbindung mit der Unverdrehbarkeit der Trägerrohre, daß zwischen Seil und Trägerrohren eine außerordentlich hohe Reibkraft wirkt, die selbst beim Tragen eines Viertels der Schwerlast 15 sicherstellt, daß auf die Winden 30 der Feststellvorrichtung kaum noch Seilkräfte wirken. Wenn das Seil 32 aber zu dem nachstehend noch zu beschreibenden Zweck gestrafft werden muß, so muß zumindest bei besonders großen Lasten für eine starke Verminderung der Haftreibung zwischen Seil und Trägerrohren gesorgt werden. Im Ausführungsbeispiel geschieht dies mittels einer Rüttelvorrichtung 40, wie sie in den Fig. 5 und 6 angedeutet ist.

Das erste Trägerrohr 36 ist um ein geringes Maß vertikal beweglich in seinem Sattel 38 gehalten. Parallel zur Achse 42 des ersten Trägerrohres 36 verläuft unterhalb des ersten Trägerrohres eine Nockenwelle 44, deren Mittelachse 45 parallel zur Achse 42 verläuft. Mittels eines Antriebes 46 ist die Nockenwelle 44 verdrehbar. Der Antrieb 46 beinhaltet ein nicht gesondert dargestelltes Getriebe, so daß die im Einzelfall erforderliche Drehzahl der Nockenwelle 44 erreicht werden kann.

Im Bereich der beiden Enden des ersten Trägerrohres 36 weist die Nockenwelle 44 jeweils eine Nockenscheibe 48 auf, die mit zwei radial von der Nockenscheibe abstehenden Nocken 50 besetzt ist. Anordnung und Verlauf der Nocken 50 sind

besonders gut in Fig. 6 zu erkennen. Bevorzugt wird, daß das Nockenpaar der einen Nockenscheibe der Nockenwelle 44 um 90° gegenüber dem Nockenpaar der anderen Nockenscheibe 48 der Nockenwelle 44 verdreht ist.

Wird die Nockenwelle 44 angetrieben (im Uhrzeigersinn in Fig. 6), so wird zunächst das eine Ende des ersten Trägerrohres 36 zunehmend aus dem Sattel 38 angehoben und fällt nach dem Durchlauf jedes Nockens mit hoher Beschleunigung in den Sattel zurück. Wegen der relativen Verdrehung der Nockenpaare an den beiden Enden des ersten Trägerrohres führt dieses also eine schwingende Kippbewegung aus. Das Ergebnis ist, daß sich die von dem Seil 32 auf das Trägerrohr ausgeübte Kraft stark verringert, wodurch die Haftreibung zwischen Seil und Trägerrohr entsprechend verringert wird. Da die Bewegung des ersten Trägerrohres über die Schlaufen des Seiles 32 auf das zweite Trägerrohr übertragen wird, wird auch dort eine entsprechende Verringerung der Haftreibung zu verzeichnen sein.

Zu den Fig. 5 und 6 ist noch darauf hinzuweisen, daß sich die Rüttelvorrichtung 40 und die dem ersten Trägerrohr 36 zugeordneten Sättel 38 im Obergurt 52 der Portalbrücke 24 befinden und dort ihrer Funktion entsprechend festgelegt sind. Auch ist in Fig. 6 zu sehen, daß das erste Trägerrohr 36 im Ausführungsbeispiel umlaufende Rillen 54 aufweist. Sofern man überhaupt eine Rillung vorsieht, würde es aber genügen, sie nur auf dem oberen Halbumfang des ersten und auf dem unteren Halbumfang des zweiten Trägerrohres vorzusehen.

Um das angestrebte Ziel zu erreichen, die Schwerstlast 15 heben, senken und transportieren zu können, bedarf es neben dem Hubwerk 10 des bereits angesprochenen Tragwerkes 60.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 besteht dieses aus zwei weiteren Schuten 62, 63. Jede dieser Schuten trägt einen aus voneinander lösbaren Segmenten 65' bestehenden Stützturm 66. An seinem oberen Ende wird jeder Stützturm durch ein Lager 67 abgeschlossen, das zur Aufnahme der Schwerstlast 15, d. h. also des Brückensegmentes ausgelegt ist. Die Höhe der Segmente 65 entspricht etwa der einleitend erwähnten Schritthöhe beim Lenzen der gefluteten Schuten 11, 12.

Ausgehend von der oben geschilderten Situation, bei der ein Brückensegment 15 auf der erwähnten Landzunge fertiggestellt ist, läuft der Gesamtvorgang bis zum Einbringen dieses Brückensegmentes zwischen zwei Pfeilern etwa wie folgt ab:

An den beiden stirnseitigen Enden des fertiggestellten Brückensegmentes befindet sich je ein landfester Stützturm, der zunächst nur aus einem Segment 65 nebst Lager 67 besteht. Oben auf dem fertigen Brückensegment befindet sich ein in den

Zeichnungen nicht dargestelltes Hebezeug in Form einer Laufkatze o. dgl. Der Einfachheit halber sei angenommen, daß sich an jedem Ende des Brückensegmentes 15 eine solche Laufkatze befindet und so ausgebildet ist, daß sie Segmente 65 in den Bereich zwischen Brückensegment-Ende und Stützturm 66 verbringen kann, soweit dort Platz vorhanden ist. Im übrigen kann die Anordnung zunächst so getroffen sein, daß das Brückensegment 15 so gebaut wird, daß es mit seinen Enden schon im Bauzustand auf den beiden Lagern 67 ruht. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß dies aber nicht notwendig ist und ein Unterschieben der Stütztürme 66 unter das angehobene Brückensegment 15 denselben Zweck erfüllt.

Nach Fertigstellung des Brückensegmentes 15 wird das Hubwerk 10 mit Schlepperhilfe an die Landzunge herangefahren und so positioniert, daß sich die beiden Schuten 11, 12 beiderseits der Landzunge und damit beiderseits des Brückensegmentes 15 befinden. Zuvor schon und auch zu diesem Zeitpunkt werden die Hubträger 28 in Position unter das Brückensegment 15 gebracht und mit den Tragorganen 26 verbunden. Daraufhin werden die Schuten 11, 12 geflutet, so daß sie um die Schritthöhe absinken. Nun treten die Rüttelvorrichtungen 40 und die Seilstrammer 30 in Tätigkeit; sie ziehen die Seile 32 soweit an, daß die Hubträger 28 von unten am Brückensegment 15 anliegen, ohne daß sie aber schon eine Last aufnehmen.

Nun werden die Schuten 11, 12 mittels der Pumpen 13 gelenzt und bewegen sich um die Schritthöhe nach oben. Da die Seile 32 wegen der Haftreibung und der Feststellvorrichtung ihre Lage beibehalten, wird nun mittels der Hubträger 28 das Brückensegment 15 um die Schritthöhe angehoben. Sobald dies geschehen ist, werden die beiden ortsfesten Stütztürme des Tragwerkes 60 um jeweils ein Segment 65 erhöht. Die Lager 67 der Stütztürme 66 befinden sich nun wieder unmittelbar unterhalb der Enden des Brückensegmentes 15.

Nunmehr werden die beiden Schuten 11, 12 wieder geflutet und sinken dabei um die Schritthöhe ab. Die Folge ist, daß sich das Brückensegment 15 auf die Lager 67 auflegt und die Tragorgane 26 des Hubwerkes (abgesehen von den Eigengewichten) lastlos werden. Nun treten wieder die Seilstrammer und Rüttelvorrichtungen in Tätigkeit und bewegen die Seile nach oben, bis sich die Hubträger wieder von unten gegen das Brückensegment 15 legen. Nun werden die Schuten 11, 12 wieder gelenzt, wodurch sich das Brückensegment 15 mit dem Hubwerk 10 weiter hebt.

Solange sich das Brückensegment 15 noch über der Landzunge befindet, wird man das Segment nur um das notwendige Maß anheben, beispielsweise um über ein stirnseitig davor liegendes Segment hinwegzukommen. Gleichzeitig kommt

man über den seeseitigen Stützturm 66 hinweg.

Das Brückensegment 15 läßt sich nun mit dem Hubwerk 10 bis in den Bereich von zwei fertigen Brückenpfeilern durch Schlepperhilfe bewegen. In den Bereich der Brücke werden nun entweder zwei der in Fig. 1 gezeigten Schuten 62, 63 mit Stütztürmen 66 von zunächst noch geringer Höhe gebracht, um für das (weitere) Anheben des Brückensegmentes 15 als Tragwerk zu fungieren. Alternativ kann einer der Stütztürme 66 entsprechend der Abwandlung gemäß Fig. 2 an einem der beiden Brückenpfeiler angeordnet werden, so daß hierbei nur ein auf einer Schute 62 schwimmender Stützturm 66 eingesetzt werden muß. In der zuvor schon beschriebenen Weise findet nun ein schrittweises Anheben der Hubvorrichtung, ein daran anschließendes Absetzen des Brückensegmentes 15 auf den jeweils erhöhten Stütztürmen 66, ein Straffen der Seile der Tragorgane 26 nach vorangegangenem Fluten der Schuten 11, 12 statt. Somit wird das Segment 15 wie schon beschrieben schrittweise nach oben befördert, ohne daß es des Einsatzes irgendwelcher großer Winden o. dgl. bedürfte, die ohnehin in der benötigten Größe nicht verfügbar wären. Die maximale Hubhöhe des Hubwerkes 40 reicht aus, um das Brückensegment 15 am Ende des Vorganges über zwei Brückenpfeiler zu heben und dann auf die Pfeiler durch Fluten der Schuten 11, 12 abzusenken.

Alternativ kann das Einbringen des Brückensegmentes 15 in das Brückenbauwerk dadurch beschleunigt werden, daß man die Schuten 62, 63 genauso wie die Schuten 11, 12 als flut- und lenzbare Schuten ausbildet. Das Heben der Brückensegmente 15 wird dadurch doppelt so schnell wie mit einfachen schwimmenden Schuten 62, 63 ablaufen. Es versteht sich, daß bei dieser zweiten Alternative ein ortsfester Stützturm 66 entsprechend Fig. 2 nicht benutzbar ist. Andererseits ist es bei Einsatz der ersten Alternative möglich, daß man Stütztürme 66 im Brückenbereich beidseitig an den Brückenpfeilern befestigt und somit keine zusätzlichen Schuten 62, 63 benötigt.

Die andere Lösung der gestellten Aufgabe, wie sie anhand der Figuren 7 bis 11 nachstehend beschrieben wird, dient dem Ziel, unter Inkaufnahme eines erhöhten Gestehungsaufwandes eine schnellere Bewältigung von Transport und Heben der Schwerstlasten zu ermöglichen. In der folgenden Beschreibung sowie in den Figuren 7 bis 11 werden neue Bezugszeichen nur solche für Elemente des Ausführungsbeispiels benutzt, die sich von denjenigen des ersten Ausführungsbeispiels unterscheiden.

Die in Figur 9 gezeigte Draufsicht läßt erkennen, daß auch das zweite Ausführungsbeispiel zwei Schuten 11, 12 aufweist, die zwei parallel beabstandete Portale 16, 18 tragen. Jedes Portal be-

steht wiederum aus zwei Portalstützen 20, 22 und einer Portalbrücke 24. Für den Fall, daß man mit dem Hubwerk 10 nicht nur Brückenträger oder dergleichen bewegen will sondern auch Caissons im Rahmen des Baus von Brückenpfeilern, so kann man das Hubwerk 10 ausweislich Figur 9 mit zusätzlichen Querträgern 102, 104 ausrüsten, die von den beiden Portalbrücken 24 getragen werden. Die beiden Querträger sind in die anderen Figuren nicht eingezeichnet. Um einen Eindruck von den Dimensionen des Hubwerkes zu vermitteln sei erwähnt, daß der Mittenabstand der beiden Schuten in dem Ausführungsbeispiel 75 Meter und der Mittenabstand der beiden Portale 16, 18 49 Meter beträgt.

Der wesentliche Unterschied der zweiten Ausführungsform von der einleitend beschriebenen ersten Form besteht darin, daß an die Stelle eines diskontinuierlichen Hebens unter Verwendung eines zusätzlichen Tragwerkes ein kontinuierliches Heben tritt. Die dabei verwendeten Tragorgane 126 sind als Zahnstangen ausgebildet, von denen im Ausführungsbereich je zwei pro Portal vorhanden sind. Jedem Tragorgan 126 bzw. jeder Zahnstange ist eine Hubeinheit 110 zugeordnet und auf der Portalbrücke 24 befestigt. Die Befestigungspositionen auf den Portalbrücken 24 sind in Figur 9 durch Punkte 112 angedeutet. Während des Baus der Brückenpfeiler werden die Hubeinheiten 110 nicht auf den Portalbrücken benötigt und werden deshalb auf die bereits erwähnten Querträger 102, 104 umgesetzt; die dortigen Befestigungspositionen für die Hubeinheiten sind mit 113 bezeichnet. Es versteht sich, daß im Bereich der Querträger 102, 104 Hebezeuge herkömmlicher Art vorgesehen sind, mit denen das Umsetzen der Hubeinheiten von den Positionen 112 zu den Positionen 113 und wieder zurück zu bewerkstelligen ist.

Ausweislich der Figuren 10 und 11 weist jede Hubeinheit 110 im Ausführungsbeispiel zwei Antriebsblöcke 114 auf, die fest miteinander verbunden sind. Jeder Antriebsblock 114 ist, wie die Figuren schematisch erkennen lassen, mit zwei elektrischen Antriebsmotoren 116, zwei Getrieben und zwei Ritzeln versehen. Alle Ritzel 118 jeder Hubeinheit 110 liegen senkrecht übereinander und tragen und heben oder senken jeweils eine Zahnstange 126. Unter Zwischenschaltung eines Distanzelementes 120 (Figur 11) sind die Hubeinheiten 110 auf den Portalbrücken 24 bzw. den Querträgern 102, 104 befestigt.

Nicht dargestellt ist, daß alle Hubeinheiten 110 gemeinsam so zu steuern sind, daß sich die üblicherweise vier Zahnstangen 126 gemeinsam und mit gleicher Geschwindigkeit bewegen.

Die Tragorgane oder Zahnstangen 126 des zweiten Ausführungsbeispiels sind bevorzugt längsgeteilt und an den Trennstellen so miteinander

der verbunden bzw. verbindbar, daß auch die Trennstellen problemlos durch die Hubeinheiten 110 hindurchlaufen und in ständigem Kontakt mit den Ritzeln 118 bleiben. In der erläuterten Ausführungsform ist weiterhin vorgesehen, daß jeder Hubeinheit 110 ein Zahnstangenmagazin 122 zugeordnet ist, von denen in den Figuren 7 und 8 nur jeweils eins angedeutet ist.

Jedes dieser Magazine 122 beinhaltet Trenn- und Befestigungsvorrichtungen für einzelne Zahnstangensegmente des Tragorgans 126 sowie Mittel zum Bewegen der Zahnstangensegmente in die und aus der Fluchtlinie der Tragorgane 126.

In Figur 8 ist schließlich noch zu sehen, daß man zwischen die beiden Schuten 11, 12 eine Mittelschute 140 einschieben und mit Hilfe von vorzugsweise gelenkig angeordneten Verbindungsträgern 142 mit den äußeren Schuten 11, 12 sicher verbinden kann. Im Bereich ihrer Mittelachse weist die Mittelschute 140 mehrere Auflageböcke 144 auf, auf denen die Schwerlast 15 ruht, während das Hubwerk 10 die Schwerlast von ihrem Herstellungs- zu ihrem Einbauort transportiert.

Der Einsatz des Hubwerkes 10 gemäß der zweiten Ausführungsform ähnelt weitgehend dem Einsatz der ersten Ausführungsform. Es versteht sich, daß die oben erwähnten landfesten Stütztürme an den stirnseitigen Enden jedes fertiggestellten Brückensegmentes nun entfallen können. Unter ein fertiggestelltes Brückensegment wird an zwei dafür vorgesehenen Positionen jeweils ein Hubträger 28 geschoben. Dann wird das gesamte Hubwerk ohne die Mittelschute 140 in der bereits beschriebenen Weise über der Landzunge positioniert. Hierzu und zu allen anderen Transportaufgaben wird man üblicherweise Schlepper einsetzen. Anschließend werden die unteren Enden von vier Tragorganen 126 mit den Hubträgern 28 gekoppelt, worauf die Hubeinheiten gemeinsam angetrieben werden. Sie heben die Hubträger 28 zunächst von unten gegen die Schwerlast 15 und heben diese dann um das notwendige Maß an, bis das Hubwerk 10 aus dem Bereich der Landzunge herausgeschwommen werden kann. Bei längeren Transportwegen wird man nun die Mittelschute 140 in den Raum zwischen den Schuten 11, 12 einschieben und mit den Verbindungsträgern 142 festlegen. Daraufhin kann dann die Schwerlast bzw. das Brückensegment auf die Auflageböcke 144 abgesenkt werden, um dem gesamten Hubwerk während des Transportes einen möglichst tiefen Schwerpunkt zu geben.

Wichtig hierbei ist es, daß ein Teil des Gewichtes des Brückensegmentes auch während des Transportes von den äußeren Schuten getragen wird, um die Stabilität des Hubwerkes 10 beim Transport zu optimieren. Zu diesem Zweck bleibt die Schwerlast auch nach dem Absenken auf die Auflageböcke partiell an den Tragorganen 126 hän-

gen, und zwar soviel, daß alle drei Schuten möglichst gleich belastet sind.

Nach dem Erreichen der Einbaustelle wird das Brückensegment 15 kontinuierlich angehoben und durch Verfahren des gesamten Hubwerkes mit Schlepperhilfe über zwei Brückenpfeiler gebracht, wo es dann mit Hilfe der Hubantriebe in seine endgültige Position abgesenkt wird. Die mit dieser Ausführungsform erreichbare Hub- und Senkgeschwindigkeit liegt bei etwa 50 cm/min.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Schwerlasten (15), insbesondere von Brückensegmenten beim Bau von Brücken über Gewässer, gekennzeichnet durch ein Hubwerk (10) mit mindestens einem Portal (16, 18), dessen Portalstützen (20, 22) auf zwei mindestens um die Breite der Schwerlast beabstandeten Schuten (11, 12) stehen und mit diesen verbunden sind, mit mindestens einem diskontinuierlich höhenverstellbaren Tragorgan (26) je Portal, das an der Portalbrücke (24) befestigt ist und mit mindestens einer Feststellvorrichtung (30, 34) für jedes Tragorgan, welches unabhängig von der Einrichtung zur diskontinuierlichen Höhenverstellung des/der Tragorgane ist und mit Einrichtungen (13) zum Verändern der Eintauchtiefen der beiden Schuten durch Fluten oder Lenzen, weiterhin gekennzeichnet durch ein Tragwerk (60), welches mindestens einen aus trennbaren Segmenten (65) bestehenden Stützturm (66) aufweist, dessen Höhe schrittweise durch Hinzufügen oder Herausnehmen von Segmenten diskontinuierlich veränderbar ist, der auf seinem jeweils obersten Segment eine Aufnahmevorrichtung (67) für die Schwerlast aufweist, dem ein Hebezeug zum Einfügen bzw. Herausnehmen von Segmenten zugeordnet ist und der entweder auf festem Untergrund oder ebenfalls auf einer Schute (62, 63) steht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragwerk (60) zwei beabstandete Stütztürme (66) aufweist, die auf jeweils einer Seite des Hubwerkes (10) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwerlast (15) mit den Stütztürmen (66) des Tragwerkes (60) ein Portal bildet, das etwa senkrecht zu dem Portal/den Portalen des Hubwerkes (10) ausgerichtet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwerlast (15) während des Hubvorganges schrittweise anhebbar ist und zwischen jeweils zwei Schritten auf den Stütztürmen (66) aufliegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede einen Stützturm

(66) tragende Schute (62, 63) in ihrer Eintauchtiefe durch Fluten und Lenzen veränderbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragwerk (60) zwei Stütztürme (66) auf jeweils einer Schute (62, 63) aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß das von den beiden Stütztürmen (66) und den beiden weiteren Schuten (62, 63) gebildete Tragwerk (60) als zweites Hubwerk ausgebildet ist und daß die Schwerlast (15) während des Hubvorganges beim schrittweisen Anheben abwechselnd während des einen Schrittes auf den Stütztürmen aufliegt und während des nächsten Schrittes von den Tragorganen (26) gehalten ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Hebezeug zum Einfügen und Herausnehmen von Segmenten (65) der Stütztürme (66) im Bereich der Stütztürme auf der Schwerlast (15) angeordnet ist.

9. Vorrichtung zum Heben und Senken sowie zum schwimmenden Transportieren von Schwerlasten (15), insbesondere von Brückensegmenten beim Bau von Brücken über Gewässer, gekennzeichnet durch ein Hubwerk (10) mit mindestens einem Portal (16, 18), dessen Portalstützen (20, 22) auf zwei mindestens um die Breite der Schwerlast beabstandeten Schuten (11, 12) stehen und mit diesen verbunden sind, mit mindestens einem höhenverstellbaren Tragorgan (126) je Portal, das als Zahnstange ausgebildet ist und mit einem Zahnstangenantrieb (130) je Tragorgan, der an der Portalbrücke (24) befestigt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Hubwerk (10) mindestens ein Paar von in Längsrichtung seiner Schuten beabstandete Portale (16, 18) aufweist.

11. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tragorgan (26) aus einem Satz von parallel zueinander angeordneten und vertikal verlaufenden Kletterstangen besteht, der jeweils einem Portal des Hubwerkes (10) zugeordnet ist und dessen Kletterstangen gemeinsam die Schwerlast (15) tragen und mit ihren jeweiligen oberen Enden an der Portalbrücke an unterschiedlichen Stellen ihrer Längserstreckung schrittweise befestigbar, insbesondere festklemmbar sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kletterstange durch Längsteilung in mehrere, fest miteinander verbindbare Segmente unterteilt ist und daß die oberhalb einer in der Portalbrücke angeordneten Befestigungsvorrichtung befindlichen Segmente der Kletterstangen während des Hubvorganges abnehmbar und beim Senken hinzufügbare sind.

13. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Tragorgan (26) des Hubwerkes von einem Seilsystem gebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Seilsystem ein durchlaufendes Seil (32) aufweist, das ausgehend von einer feststehenden Feststellvorrichtung (30, 34) im Bereich des Hubwerkes (10) zunächst zu einem an der Portalbrücke angeordneten ersten Trägerrohr (36) geführt ist, an dessen Außenumfang es teilweise anliegt und von dort aus unter Bildung einer Vielzahl von nach unten hängenden parallelen Schlaufen von dem ersten Trägerrohr um ein von den Schlaufen getragenes zweites Trägerrohr (37) verläuft und schließlich über die Oberfläche des ersten Trägerrohres zu einer zweiten Feststellvorrichtung (30, 34) geführt ist.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß je Portal (16, 18) zwei Tragorgane (26, 126) vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die unteren Enden der Tragorgane (26, 126) jedes Portals mittels eines, etwa parallel zur Portalbrücke verlaufenden Hubträgers (28) verbunden sind, der als Träger für die Schwerlast (15) ausgebildet ist.

17. Vorrichtung, mindestens nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerrohre (36, 37) unverdrehbar sind und sich vorzugsweise an ihren Enden in Sätteln (38) abstützen und daß die Sättel entweder an der Portalbrücke (24) oder am Hubträger (28) derart befestigt sind, daß sich die der Portalbrücke zugeordneten Sättel aller ersten Trägerrohre (36) unterhalb dieser Trägerrohre befinden und die dem Hubträger zugeordneten Sättel der zweiten Trägerrohre (37) oberhalb dieser zweiten Trägerrohre angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß jedem ersten (oberen) Trägerrohr (36) eine Rüttelvorrichtung (40) zugeordnet ist, die diesem Trägerrohr und den zugeordneten Schlaufen des Seiles (32) eine überwiegend vertikal gerichtete Schwingbewegung o.dgl. vermittelt, welche die ruhende Reibung zwischen Seil und Trägerrohr vermindert.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Rüttelvorrichtung (40) aus zwei Teilen besteht, die auf jeweils ein Ende des zugeordneten ersten Trägerrohres (36) einwirken und diese Enden abwechselnd geringfügig von dem zugeordneten Sattel (38) abheben.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Rüttelvorrichtung (40) bzw. jeder ihrer Teile eine rotierende Nockenscheibe (48) aufweist, deren Nocken (50) das Trä-

gerrohr (36) im wesentlichen vertikal beaufschlagen.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Nocken (50) der beiden Teile der Rüttelvorrichtung (40) derart gegeneinander versetzt sind, daß die Enden des zugeordneten Trägerrohres (36) abwechselnd von dem zugeordneten Sattel (38) abgehoben werden.

22. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Feststellvorrichtung (30, 34) eine Klemmvorrichtung für das zugeordnete Seil (32) aufweist, welche zwischen dem ersten Trägerrohr (36) und dem zugeordneten freien Seilende angeordnet ist.

23. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Feststellvorrichtung (30, 34) einen Seilstrammer aufweist, welcher zum Straffziehen des Seiles während des Betriebes der Rüttelvorrichtung (40) betätigbar ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Seilstrammer aus einer vorzugsweise elektrisch betriebenen Winde besteht.

25. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 24 zum Einsatz beim Brückenbau, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der beiden Stütztürme (66) an einer Stelle eines Brückenpfeilers mit diesem verbunden ist, die einem benachbarten Pfeiler gegenüber und benachbart zur Wasseroberfläche ist.

26. Vorrichtung mindestens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zahnstange (126) aus mehreren stirnseitig lösbar miteinander verbundenen Zahnstangen-Elementen besteht.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß auf der der Schwerstlast (15) abgekehrten Seite des Zahnstangenantriebs (130) je ein Zahnstangenmagazin (122) zur Aufnahme einer Anzahl von Zahnstangen-Elementen vorgesehen ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß im Zahnstangenmagazin (122) Vorrichtungen zum Lösen bzw. Befestigen von Zahnstangen-Elementen aneinander vorgesehen sind.

29. Vorrichtung mindestens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnstangenantriebe (130) versetzbar auf den Portalbrücken (24) des Hubwerkes (10) befestigt sind.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Portalbrücken (24) durch senkrecht zu den Portalen (16, 18) verlaufende Querträger (102, 104) miteinander verbunden sind und daß die Querträger mit eigenen Aufnahmen (113) für Zahnstangenantriebe (130) versehen sind.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnstangenantriebe (130) elektrisch betrieben sind.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß je Zahnstangenantrieb (130) vier elektrische Antriebsmotoren (116) mit jeweils einem Planetengetriebe vorgesehen sind.

33. Vorrichtung mindestens nach Anspruch 9 oder 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, daß je Zahnstange mindestens vier Ritzel (118) in den Zahnstangenantrieben vorgesehen sind.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 33,

dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Schuten (11, 12) eine Mittelschute (140) einfahrbar und mittels Verbindungsträgern (142) mit den äußeren Schuten (11, 12) verbindbar ist.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß in der Längsachse der Mittelschute (140) mehrere Auflageböcke (144) zum Tragen der Schwerstlast während des horizontalen Transportes vorgesehen sind.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschute (140) während des horizontalen Transports nur einen solchen Teil des Gewichtes der Schwerstlast trägt, daß die Belastung aller Schuten (11, 12, 140) möglichst gleich groß ist.

Fig. 1

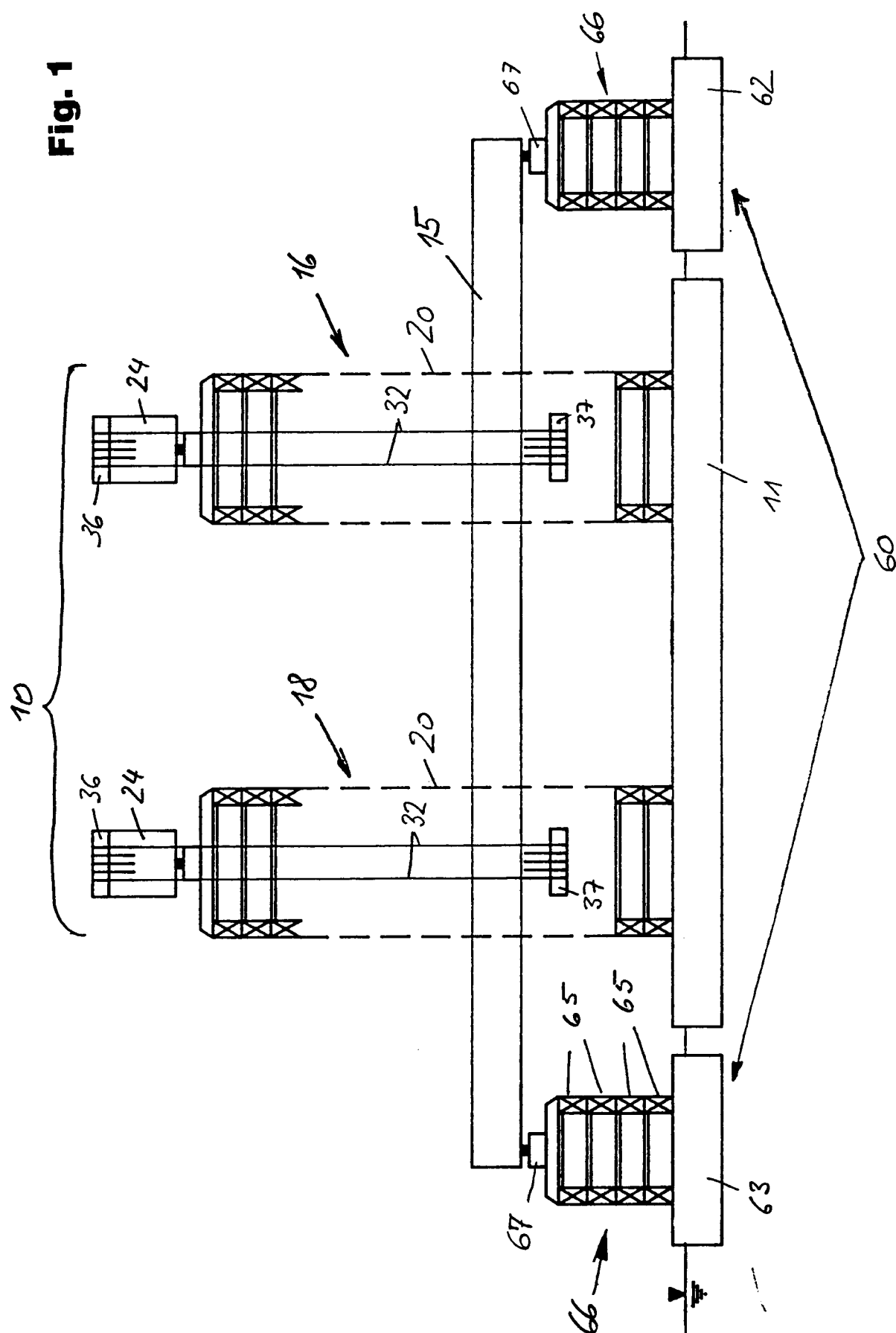
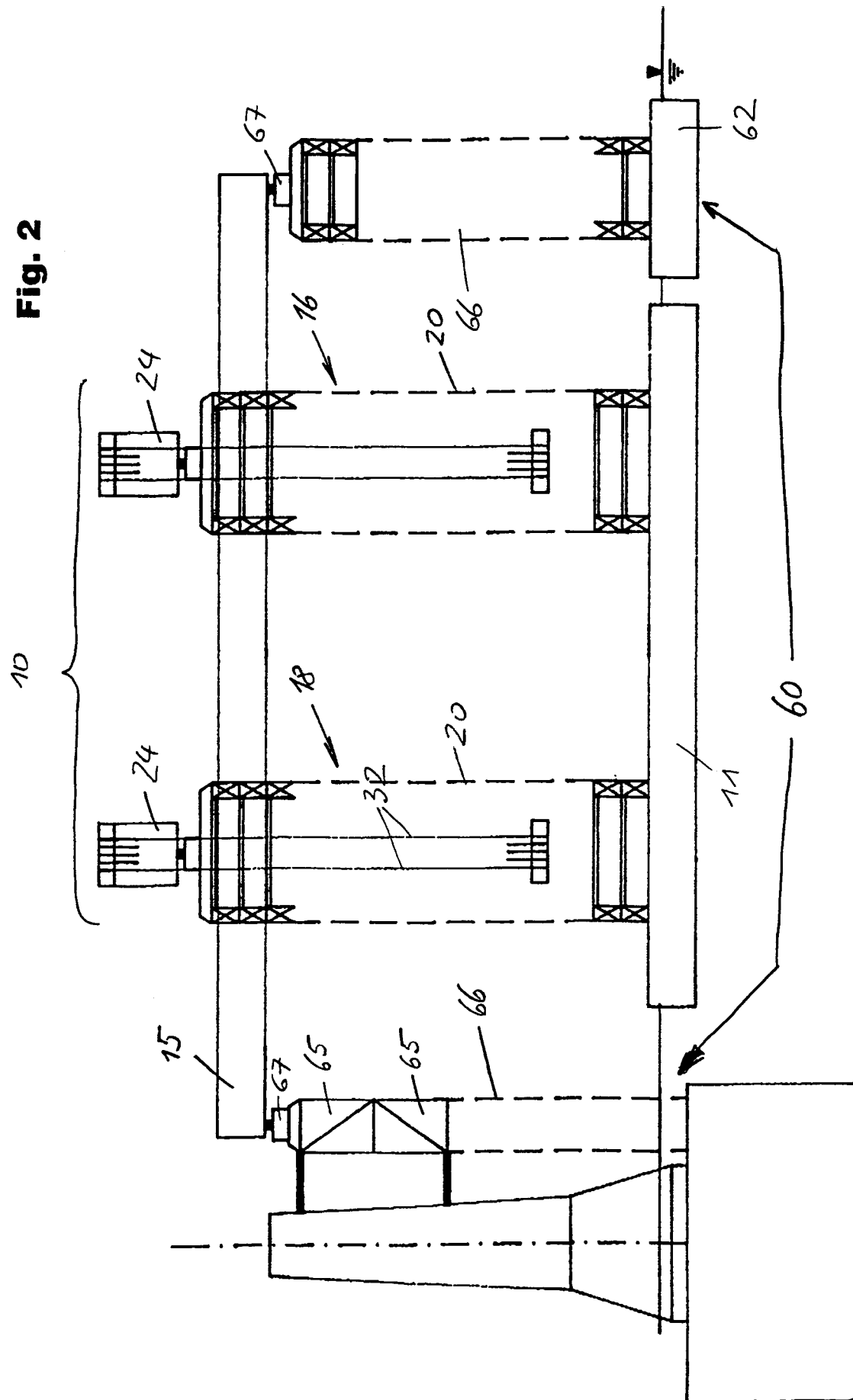


Fig. 2



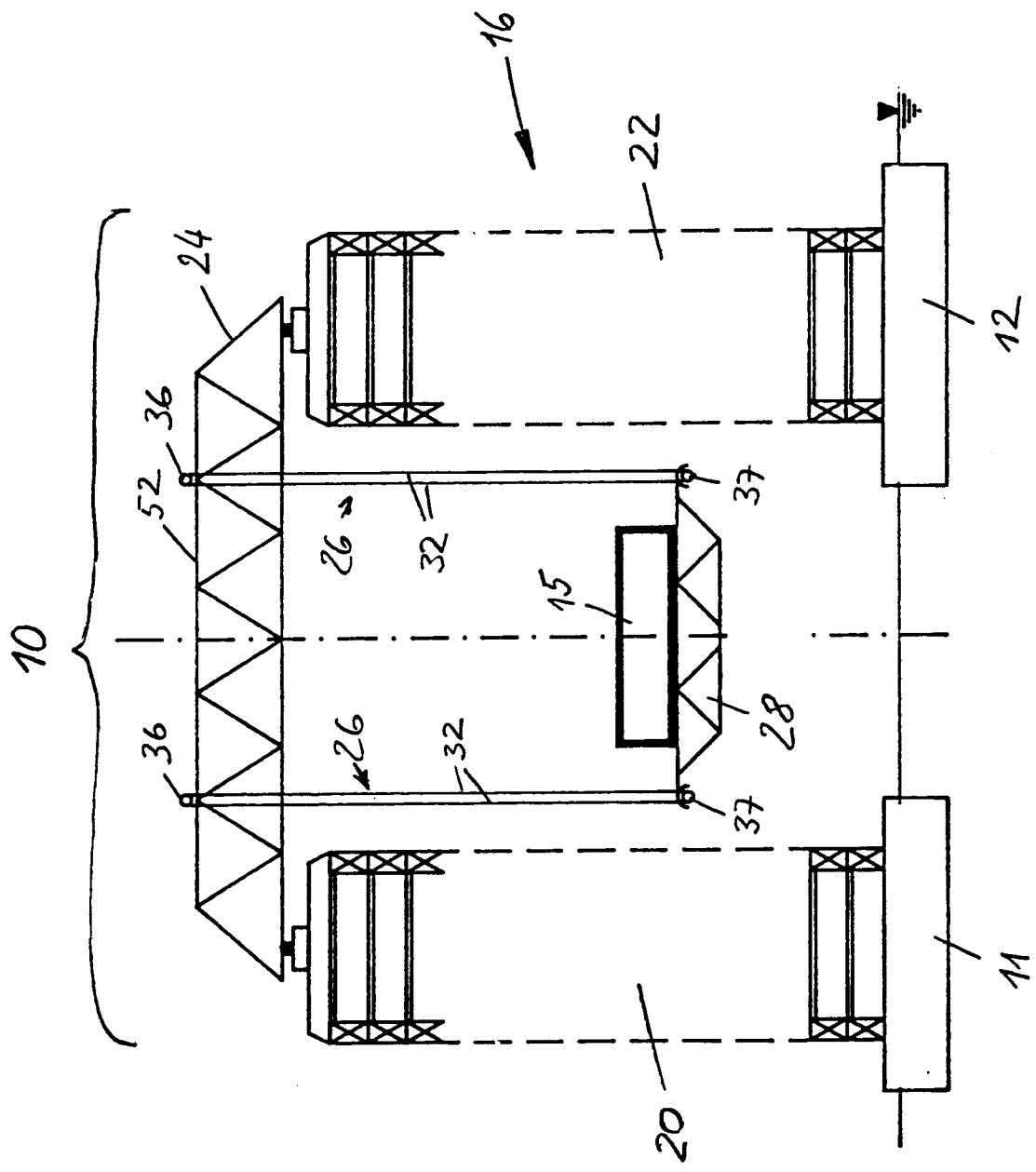


Fig. 3

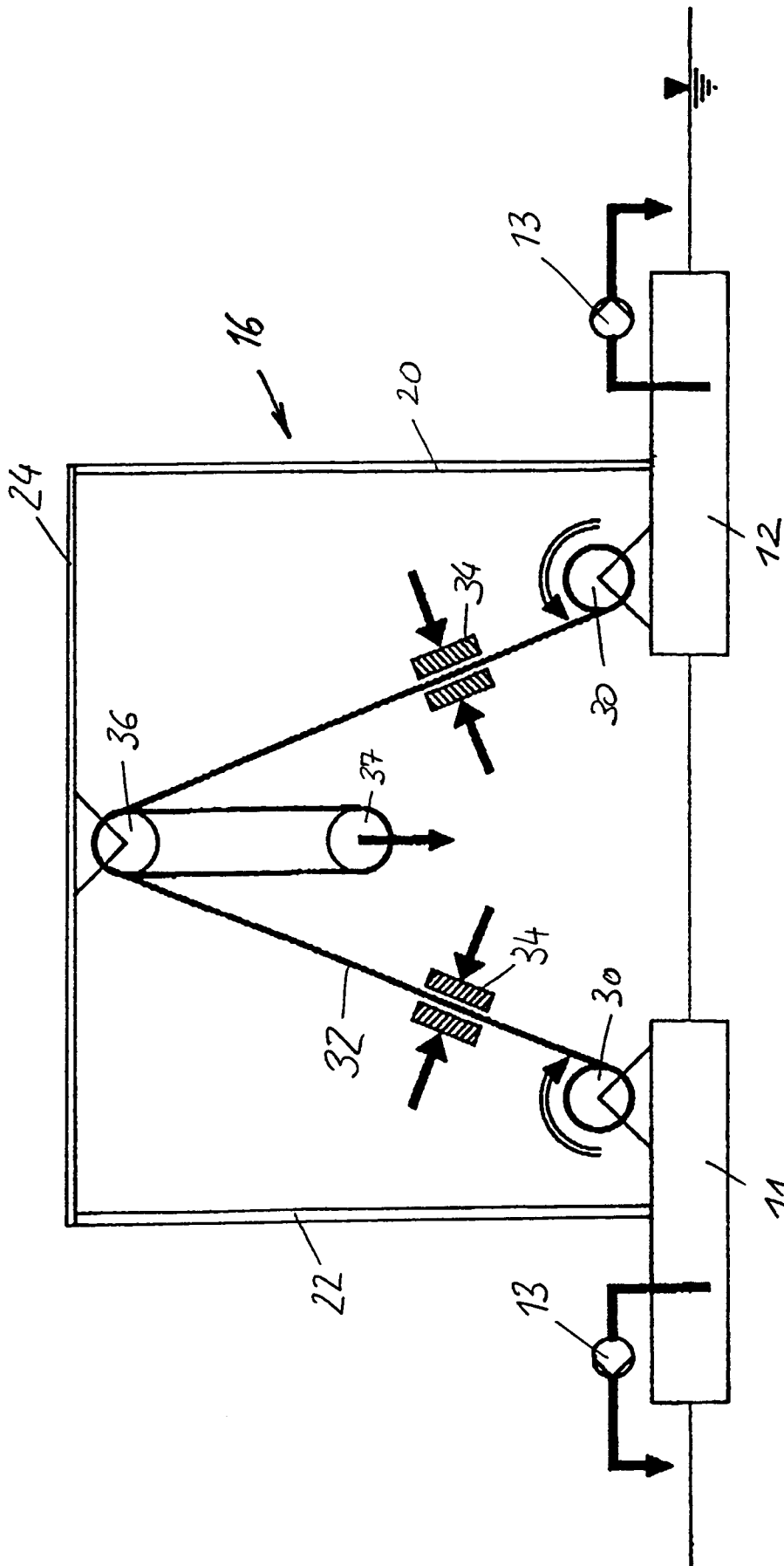


Fig. 4

Fig. 6

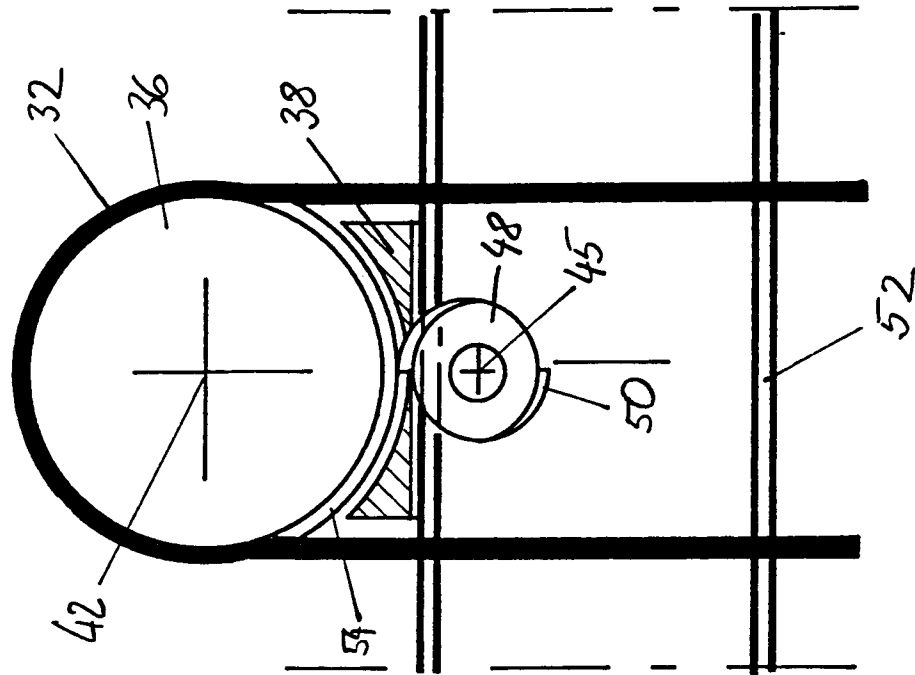


Fig. 5

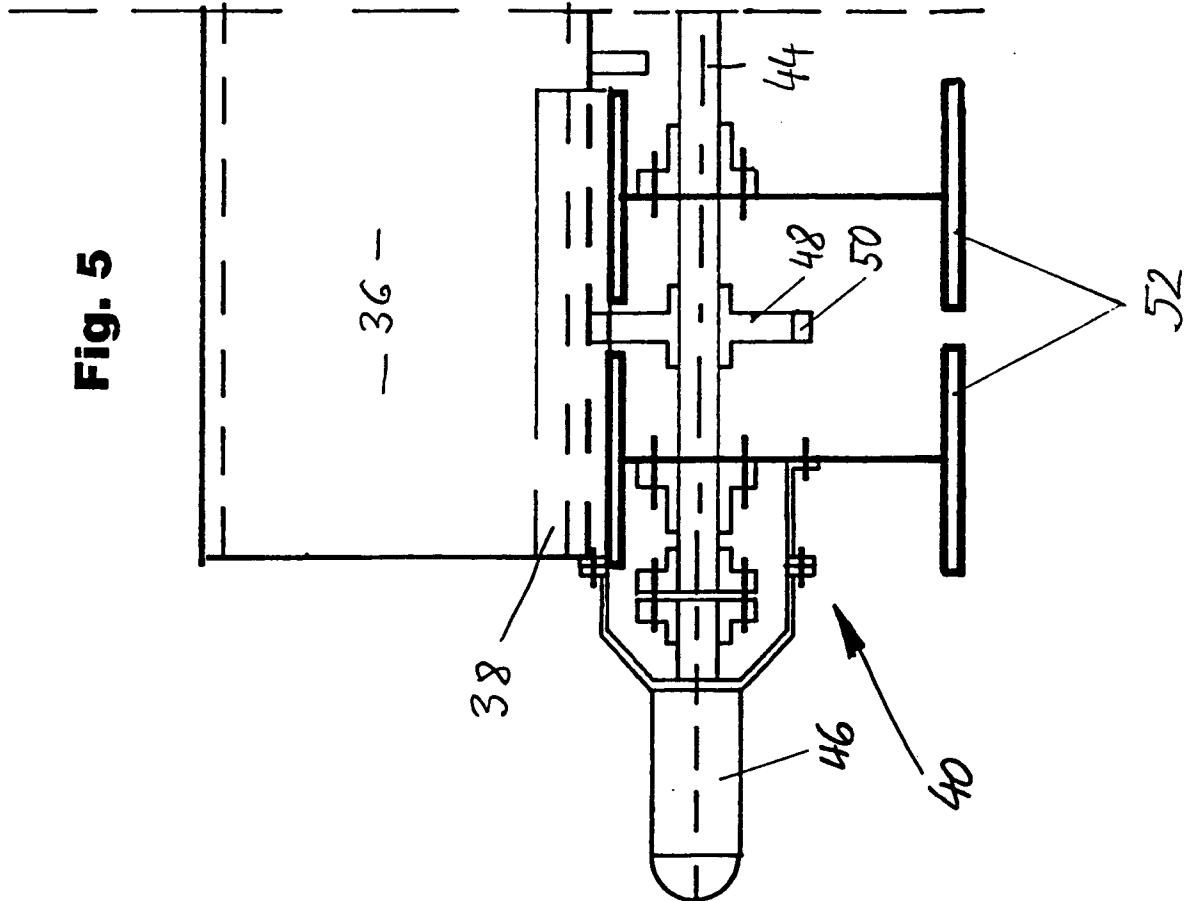
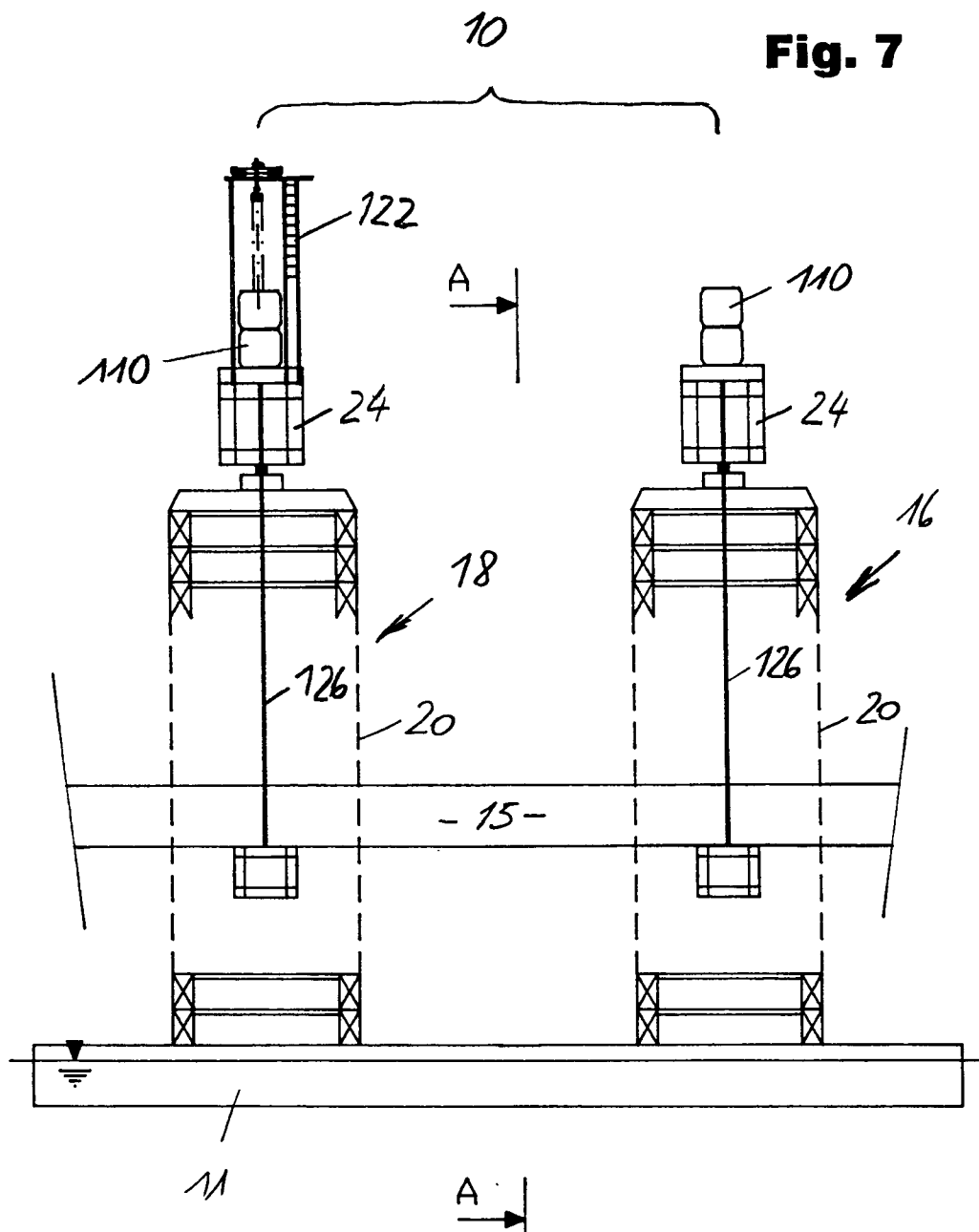


Fig. 7



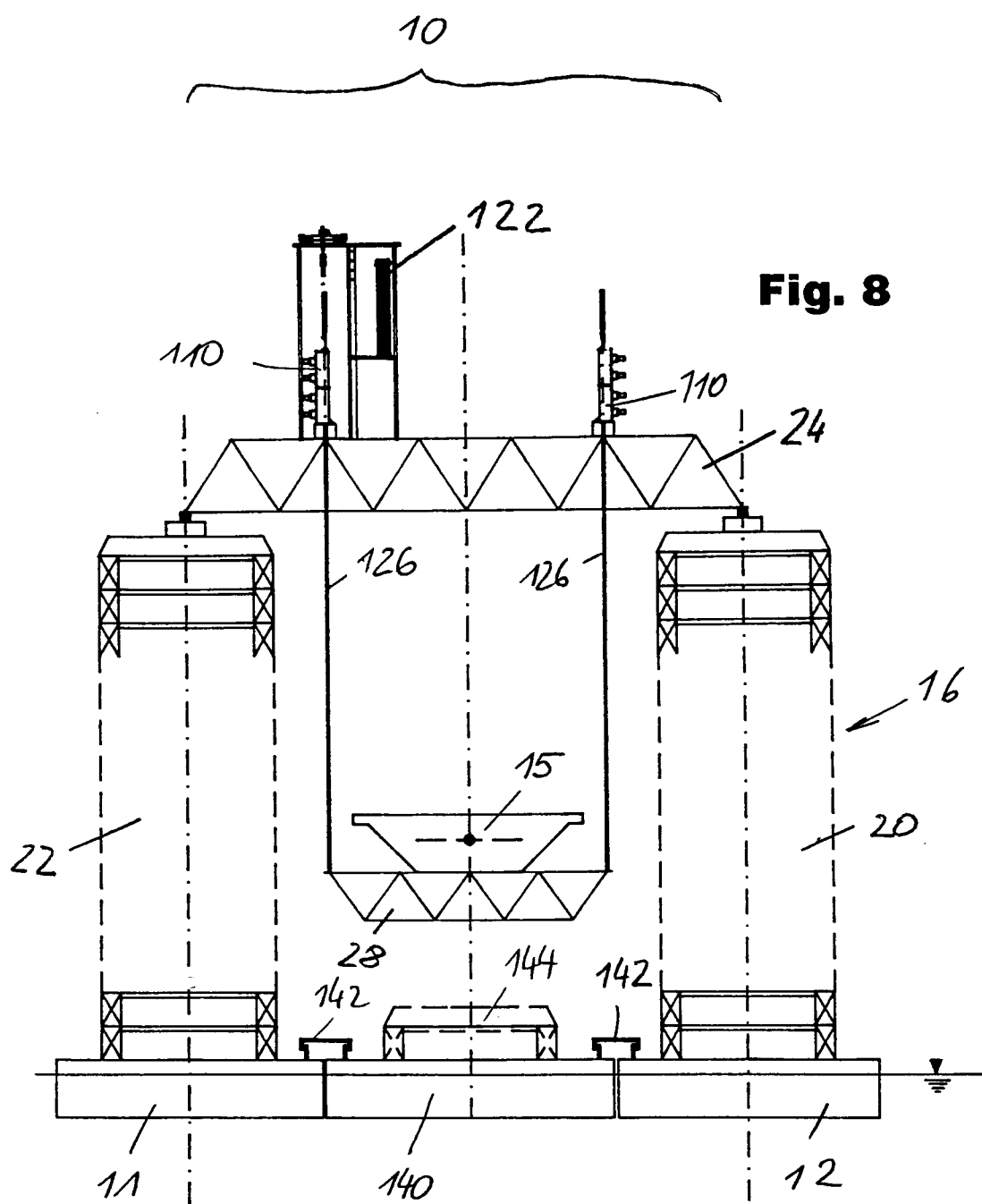


Fig. 9

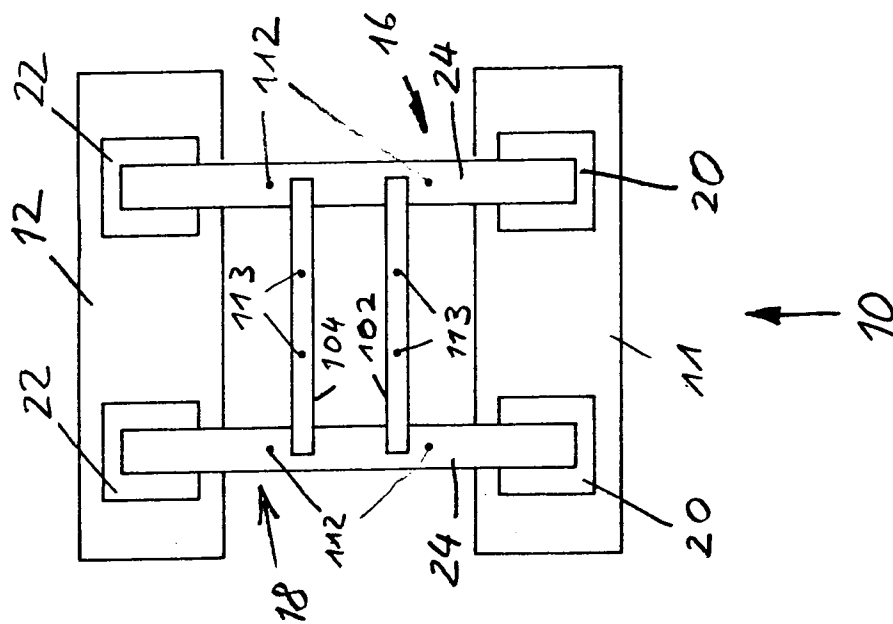


Fig. 10

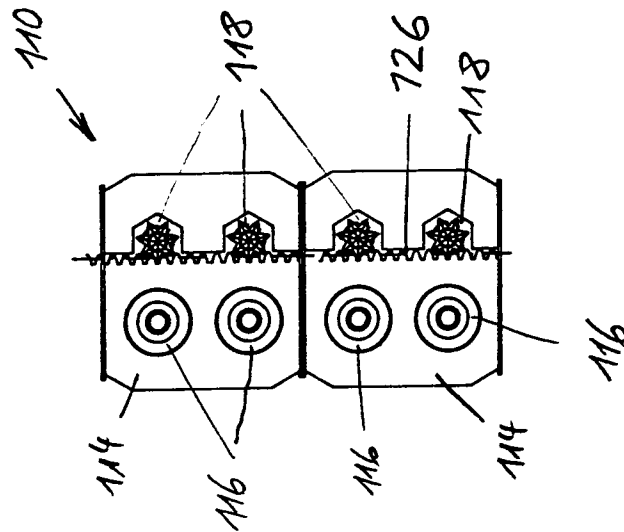


Fig. 11

