



(11) **EP 2 289 834 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.03.2011 Patentblatt 2011/09

(51) Int Cl.:
B66C 23/74^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10007740.3**

(22) Anmeldetag: **26.07.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **26.08.2009 DE 202009011577 U**

(71) Anmelder: **Liebherr-Werk Ehingen GmbH
89584 Ehingen/Donau (DE)**

(72) Erfinder: **Willim, Hans-Dieter
89079 Ulm-Unterweiler (DE)**

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

(54) **Kran**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kran (10) mit einem verfahrbaren Unterwagen (14), einem drehbar auf diesem gelagerten Oberwagen (16) mit an diesem angeordneten wippbaren Ausleger und Derrickausleger, sowie einem über ein Koppелеlement (18) mit dem Oberwagen verbindbaren Ballastwagen (20), wobei

der Ballastwagen eine serienmäßige Schwerlasttransportvorrichtung (24) mit eigenem Antrieb und eigener Antriebssteuerung ist, und wobei diese Antriebssteuerung infolge der Bewegung des Krans beeinflussbar ist.

EP 2 289 834 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kran mit einem verfahrbaren Unterwagen, einem drehbar auf diesem gelagerten Oberwagen mit an diesem angeordneten wippbaren Ausleger und Derrickausleger, sowie einem über ein Koppellement mit dem Oberwagen verbindbaren Ballastwagen.

[0002] Krane dieser Art sind in der Regel als Raupenkrane ausgeführt und an sich bekannt. Der Ballastwagen wird hier eingesetzt, um bei entlastetem Kran auch den Kran mit dem Derrickballast verfahren zu können bzw. bei Teillast den Kran drehen zu können. Der Derrickballast hängt jeweils am Kopfstück des Derrickauslegers.

[0003] Bisher wurden die Ballastwagen bei den sogenannten Raupenkranen als spezielles Bauteil des Gesamtkrans mit wenigen großen Rädern ausgeführt. Diese Ballastwagen weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie nur für den Einsatz am Kran verwendbar sind und dadurch die Investitionssumme für den Gesamtkran wesentlich erhöhen.

[0004] Ein einfaches Weglassen des Ballastwagens ist insbesondere bei Ausführungen von Großkranen, wie sie beispielsweise zunehmend zum Bau von Kernkraftwerken benötigt werden, nicht möglich.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen gattungsgemäßen Kran derart weiterzubilden, dass er auch bei Ausführung als Großkran möglichst ohne zusätzlichen an den jeweiligen Großkran angepassten und individuell gebauten Ballastwagen auskommt.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Kombination der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Demnach wird ein Kran mit einem verfahrbaren Unterwagen, einem drehbar auf diesem gelagerten Oberwagen mit an diesem angeordneten wippbaren Ausleger und Derrickausleger sowie einem über ein Koppellement mit dem Oberwagen verbindbaren Ballastwagen bereitgestellt, bei dem der Ballastwagen eine serienmäßige Schwerlasttransportvorrichtung mit eigenem Antrieb und eigener Antriebssteuerung ist, wobei diese Antriebssteuerung infolge der Bewegung des Krans beeinflussbar ist.

[0007] Nach der Erfindung wird daher ein standardmäßiges Schwerlasttransportfahrzeug eingesetzt, wie es bereits bei den Anwendern der Krane in großer Stückzahl zum Verfahren von schweren Lasten, wie beispielsweise Brückenelementen oder Teilen von Bohrinselformen vorhanden ist, verwendet wird. Derartige Schwerlasttransportfahrzeuge weisen einen eigenen Antrieb und eine eigene Antriebssteuerung auf. Da nun die Antriebskräfte einer Schwerlasttransportvorrichtung bzw. eines Schwerlasttransportfahrzeuges relativ hoch sind, kann beim Drehen des Krans eine hohe Seitenkraft auf den Kran eingeleitet werden. Diese hohe Seitenkraft wird auf den Derrickausleger, an dessen Kopfstück der Derrickballast aufgehängt ist, übertragen. Da ein Derrickausleger aber im Grunde einen Druckstab darstellt, ist er äußerst empfindlich auf Seitenkräfte. Nach der vorliegenden Erfindung

wird daher die Antriebssteuerung der Schwerlasttransportvorrichtung derart ausgebildet, dass sie in Folge der Bewegung des Krans beeinflussbar ist.

[0008] Aufgrund dieser Beeinflussung kann gemäß einer Ausführungsform die Antriebssteuerung der Schwerlasttransportvorrichtung derart ausgeführt werden, dass sie beim Drehen des Krans selbsttätig das entsprechende Lenkzentrum bestimmt und bei Schleppfahrt hinter dem Kran selbsttätig lenkt, beschleunigt bzw. verzögert.

[0009] Selbst wenn in einer anderen Ausführungsvariante die Antriebssteuerung des Ballastwagens nicht soweit aufgerüstet wurde, dass sie die vorgenannten Steuerungen selbsttätig durchführen kann, so ist aufgrund der gemäß der vorliegenden Lehre vorgesehenen Beeinflussbarkeit der Antriebssteuerung durch die Kranbewegung sichergestellt, dass der eigene Antrieb der Schwerlasttransportvorrichtung für den Fall, dass ein Lenkfehler der Schwerlasttransportvorrichtung zu einer unerwünschten Krafteinleitung in das Koppellement zwischen dem Oberwagen und Ballastwagen führt, das gesamte System, das heißt sowohl der Kran wie auch die Schwerlasttransportvorrichtung, angehalten werden, so dass beispielsweise durch eine manuelle Steuerung der Ballastwagen mittels seines eigenen Antriebs wieder in die gewünschte Stellung verfahren werden kann. Anschließend kann der Kran wieder weiterbetrieben werden.

[0010] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den sich an den Hauptanspruch anschließenden Unteransprüchen.

[0011] Das Koppellement zwischen dem Oberwagen und dem Ballastwagen kann in seiner Länge veränderbar ausgeführt sein und einen Längengeber aufweisen. Dabei kann das Koppellement vorteilhaft aus zwei Gelenkstäben bestehen, die über einen als Längengeber wirkenden Hydraulikzylinder gekoppelt sind. Die Länge des Hydraulikzylinders wird nun über einen entsprechenden Sensor überwacht. Jede Veränderung des Hubs des Hydraulikzylinders wird erfaßt und in ein Ansteuersignal umgewandelt, das zur Korrektur des Lenkfehlers oder zur Abschaltung verwendet werden kann. Während der Schleppfahrt hinter dem Kran kann der Ballastwagen je nach Auslenkung des Kolbens im Hydraulikzylinder beschleunigt, gebremst oder ebenfalls angehalten werden.

[0012] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Ballast auf einer Palette aufgelegt, die auf die Schwerlasttransportvorrichtung aufsetzbar und mit dieser verbindbar ist. Auf diese Weise läßt sich eine bereits beim Anwender vorhandene Schwerlasttransportvorrichtung in besonders einfacher Weise als Ballastwagen verwendet. Es muß nur noch dafür gesorgt werden, dass die entsprechende Palette mit dem Schwerlasttransportwagen nach entsprechendem Aufsetzen verbunden ist.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist als Koppellement ein starrer Führungsrahmen zwischen dem Oberwagen und einem Anlenkpunkt an der den Ballast aufnehmenden und auf dem

Ballastwagen absetzbaren Palette geschaffen, wobei der Führungsrahmen gegenüber dem Anlenkpunkt im Anlenkbereich derart verschieblich gelagert ist, dass eine Längsrelativbewegung mit einer Abweichung von einer Neutralstellung erfaßt werden kann und in ein Ansteuersignal für die Antriebssteuerung der Schwerlasttransportvorrichtung umgesetzt werden kann.

[0014] Dieser als Koppellement vorgesehene Führungsrahmen weist eine so große Stabilität auf, dass er die ganzen Seitenkräfte, die aus dem Fahren und Drehen des Gesamtsystems aus Kran und Schwerlasttransportvorrichtung auf ihn einwirken, in den Oberwagen und dort insbesondere in den Drehbühnenrahmen einleitet.

[0015] Vorteilhaft wird das Drehwerksgetriebe des Krans beim Fahren oder Drehen auf Rundlauf geschaltet, um eine Überlast des Führungsrahmens zu verhindern. Der Führungsrahmen kann aber auch so dimensioniert sein, dass bei geschlossener Bremse, welche zum Bremsen der Drehbewegung des Oberwagens um den Unterwagen dient, die Bremsen durchrutschen, bevor der Führungsrahmen insgesamt überlastet ist.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der zuvor geschilderten bevorzugten Ausführungsvariante ist die Längsrelativbewegung durch eine Längsführung mit einem Drehzapfen derart realisiert, dass sowohl eine Längsbewegung wie auch eine Drehbewegung zugelassen wird, während in Querrichtung keine Bewegung zugelassen wird. Durch die Restriktion der Bewegung in Querrichtung wird verhindert, dass unerwünschte Seitenkräfte auf den Derrickauser übertragen werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Fortbildung dieser Ausführungsvariante ist festzuhalten, dass die Palette an aus Stäben bestehenden Pendeln hängt, die an ihrem oberen Ende an dem starren Führungsrahmen und an ihrem unteren Ende an der Palette direkt oder indirekt über Gelenklager angelenkt sind. Um während einer möglichen Relativbewegung zwischen Kran und Schwerlasttransportvorrichtung eine zu starke Schrägstellung der Schwerlasttransportvorrichtung und insbesondere des auf dieser aufgetürmten Ballastes zu vermeiden, kann die Pendelbewegung durch entsprechend vorzusehende Notanschlüsse begrenzt werden.

[0018] Ganz besonders vorteilhaft kann die Pendelbewegung über Meßeinrichtungen, vorzugsweise Winkelgeber, derart erfaßbar sein, dass aufgrund der erfaßten Meßgrößen Ansteuersignale für die Antriebssteuerung generierbar sind.

[0019] Für den Fall, dass der Kran über eine weitere Strecke ohne Last verfahren werden muß, kann das Koppellement vom Oberwagen und/oder Ballastwagen trennbar sein, um so Kran und Schwerlasttransportvorrichtung unabhängig voneinander zu verfahren.

[0020] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: eine Detaildarstellung eines Krans mit

Ballastwagen nach einer ersten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung,

5 Figur 2: eine andere Detailansicht des Krans gemäß Figur 1,

Figur 3: eine perspektivische Ansicht einer Schwerlasttransportvorrichtung, wie Sie gemäß der vorliegenden Erfindung einsetzbar ist,

10 Figur 4: eine perspektivische Teilansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Krans,

15 Figur 5a, b: eine schematische Seitenansicht und eine schematische Vorderansicht eines Details einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Krans,

20 Figur 6: eine perspektivische Darstellung der in Figur 5 wiedergegebenen Ausführungsvariante,

25 Figur 7: ein Detail der Ausführungsform gemäß Figur 6 ohne aufgeschichteten Ballast,

30 Figur 8: eine der Figur 7 entsprechende Darstellung, in der mögliche Freiheitsgrade eingezeichnet sind,

35 Figur 9: eine Darstellung, die Teile des Krans in Verbindung mit dem Ballastwagen darstellt und

40 Figur 10: eine schematische, perspektivische Darstellung einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung.

[0021] In der Figur 1 ist ein Kran 10 mit einem mittels eines Raupenfahrwerks 12 verfahrenen Unterwagen 14 und einem drehbar auf diesem gelagerten Oberwagen 16 gezeigt, der in üblicher - hier aber nicht dargestellter - Art und Weise einen Ausleger und einen Derrickauser, sowie einen über ein Koppellement 18 mit dem Oberwagen verbindbaren Ballastwagen 20 aufweist. Sowohl auf dem Oberwagen 16 wie auch auf dem Ballastwagen 20 sind Ballastplatten 22 abgelegt. Dies ist insbesondere auch aus der perspektivischen Darstellung der Figur 2 zu entnehmen.

[0022] Der Ballastwagen 20 besteht aus einer an sich aus dem Stand der Technik bekannten und bei den Anwendern der Krane vorhandenen Schwerlasttransportvorrichtung 24, wie sie beispielsweise in Figur 3 dargestellt ist. Im Unterschied zu den bislang bekannten Ballastwagen, die eigens für Großkrane konstruiert und mit diesen zusammen ausgeliefert wurden, weisen die

Schwerlasttransportvorrichtungen eine Vielzahl von kleinen Rädern 26 auf. Diese sind, wie sich aus den Figuren 1 und 3 ergibt, recht gleichmäßig unterhalb der Schwerlasttransportvorrichtung angeordnet. Derartige Schwerlasttransportvorrichtungen können große Lasten aufnehmen und werden von den Krananwendern beispielsweise zum Verfahren von Brückenelementen oder Teilen von Bohrinseln oder anderen massiven Teilen verwendet. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird nun der Oberwagen 16 des Krans 10 mit einer stabilen aus dem Koppелеlement 18 bestehenden Führung mit dem Schwerlasttransportfahrzeug 20 verbunden. Diese aus dem Koppелеlement 18 bestehende Führung muß stark dimensioniert sein, dass sämtliche auftretenden Querkräfte von dieser Führung aufgenommen werden können.

[0023] Dies ist deshalb notwendig, da der Ballastwagen in in den Zeichnungen nicht näher dargestellten Weise an der Spitze des Derrickauslegers hängt und keinerlei Seitenkräfte aufnehmen kann. Die Anlenkpunkte für die Aufhängung am Derrickausleger sind in den Figuren 1 und 2 mit 28 bezeichnet. Da nun der Derrickausleger des Krans, an dessen Spitze der Ballastwagen hängt, keinerlei Seitenkräfte aufnehmen kann, müssen sämtliche Kräfte, die beispielsweise aus Lenkfehlern bzw. aus unterschiedlichen Antrieben des Drehwerks 30 zwischen Kranunterwagen 14 und Kranoberwagen 16 einerseits und der Schwerlasttransportvorrichtung 24 andererseits herrühren, durch diese Führung aufgenommen werden.

[0024] Der Drehwerksantrieb 30 des Krans 10 wird vorteilhaft so ausgeführt, dass naß laufende Bremsen vorhanden sind, so dass bei einer Überlastung, die beispielsweise in Folge zu hoher Antriebskräfte des Schwerlasttransportfahrzeuges folgen kann, die Drehwerksgetriebebremsen durchrutschen können.

[0025] Die Schwerlasttransportvorrichtung 24 weist einen eigenen Antrieb und eine eigene Antriebssteuerung auf. Diese Antriebssteuerung ist in Folge der Bewegung des Krans beeinflussbar. In der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsvariante erfolgt die Steuerekopplung abhängig von der Bewegung des Krans wie im folgenden dargestellt. Die Grundbewegungen des Krans bestehen einerseits im Drehen des Oberwagens und andererseits in der Schleppfahrt, das heißt der Fahrt, in welcher der Ballastwagen dem Kran nachfolgt.

[0026] Beim Drehen des Krans wird in die Antriebssteuerung der feste Abstand zwischen der Drehmitte des Krans 10 und der Mitte der auf der Schwerlasttransportvorrichtung 24 aufgesetzten Derrickballastpalette 32 eingegeben.

[0027] Der Radius kann dabei in festen Schritten veränderbar sein. Gemäß einer Variante kann der Radius aber auch durch den Einbau eines zusätzlichen Hydraulikzylinders im Koppелеlement 18 variabel ausgestaltet sein.

[0028] Das Koppелеlement 18 besteht im wesentlichen aus zwei Gelenkstäben 34 und 36, die um einen Drehpunkt 38 gegenseitig verschwenkbar sind. Die Gelenk-

stäbe 34 und 36, die in der Ausführungsform gemäß der Figuren 1 und 2 nicht als Stäbe selbst, sondern als konstruktiv ausgestaltete Bauelemente realisiert sind, werden über einen Hydraulikzylinder 40 miteinander verbunden.

[0029] Der Hydraulikzylinder 40 ist während des Betriebs auf Rundlauf geschaltet. Das heißt es besteht ein hydraulischer Ausgleich zwischen der Ringfläche und der Kolbenfläche (hier nicht dargestellt).

[0030] Die Länge des Hydraulikzylinders selbst wird durch einen Sensor, der Längenveränderungen aufnehmen kann, überwacht (hier nicht dargestellt). Der Knick der beiden Gelenkstäbe 34 und 36, das heißt ihre gegenseitige Verschwenkung um den Schwenkpunkt 38 wird so ausgeführt, dass sich der Hydraulikzylinder in etwa bei 50% seines maximalen Hubs befindet, falls sich die Derrickpalette 32 auf dem entsprechend eingestellten Radius befindet.

[0031] Da nun beim Drehen des Kranoberwagens 16 und dem nachfolgend der Schwerlasttransportvorrichtung 24 aufgrund von Lenkfehlern der Schwerlasttransportvorrichtung 24 der Abstand zwischen der Drehmitte des Krans und der Mitte der auf der Schwerlasttransportvorrichtung aufgesetzten Derrickpalette 32 verändert werden kann, wird durch den Längensensor am Hydraulikzylinder 40 überwacht, ob diese Lenkfehler und die damit verbundene Abweichung vom Drehradius noch tolerabel sind. Sollte ein bestimmter Grenzwert überschritten werden, wird eine Vorwarnung gegeben. Bei Überschreitung eines weiteren Grenzwertes wird eine Abschaltung des Gesamtsystems veranlaßt. Bei einer Verringerung des Radius aufgrund eines Lenkfehlers verringert sich der Hub des Hydraulikzylinders 40, was durch den Längensensor festgestellt wird. Führt der Lenkradius nun zu einer Vergrößerung des Drehradius, so wird der Hub des Hydraulikzylinders entsprechend vergrößert, was ebenfalls von dem Längensensor erfaßt wird und als Antriebssteuersignal weiterverarbeitet wird.

[0032] In einem Ausführungsbeispiel kann beispielsweise bei einem Radius von 20 m der Hub des Hydraulikzylinders 50% betragen. Wird nun der Radius um 0,8 m überschritten, so erfolgt eine Vorwarnung in der Kranführerkabine. Eine Abschaltung des Drehwerks erfolgt dann, wenn der Radius sich um beispielsweise 1 m vergrößert hat.

[0033] Bei der Schleppfahrt der angetriebenen Schwerlasttransportvorrichtung 24 wird das Lenkzentrum laufend in Abhängigkeit von dem Winkel zwischen der Symmetrielinie des Raupenfahrwerks 12 des Krans und der Symmetrielinie der Drehlinie bzw. der Führung der Schwerlasttransportvorrichtung berechnet. Dabei werden die Koordinaten des Lenkzentrums bezogen auf die Mitte der Schwerlasttransportvorrichtung 24 berechnet. Bei der Schleppfahrt wird die Geschwindigkeit der Schwerlasttransportvorrichtung automatisch über den Hub des Zylinders 40 an dem Koppелеlement wie folgt gesteuert. Wenn das Raupenfahrwerk mit der Vorwärtsfahrt beginnt, während die Schwerlasttransportvorrich-

tung zunächst stillsteht, wird der Hydraulikzylinder ausgezogen und es ergibt sich ein größerer Hub von ca. 60%. Beginnend ab 60% Hub wird das Schwerlasttransportfahrzeug mit zunehmender Geschwindigkeit nach vorne beschleunigt, wobei der Hub des Zylinders natürlich wieder reduziert wird. Hierdurch kann die Geschwindigkeit der Schwerlasttransportvorrichtung wieder verringert werden.

[0034] Bei einer Rückwärtsfahrt des Raupenfahrwerks 12 wird z. B. bei einem Hub von 40% die Schwerlasttransportvorrichtung 24 nach hinten beschleunigt, bis sich die Position des Hydraulikzylinders wieder in der Mittelstellung eingestellt hat. Durch diese Steuerung wird ein automatisches Nachfolgen des Schwerlasttransportfahrzeuges erreicht. Sollte nun der Hub des Kolbens im Hydraulikzylinder 40 in die Nähe der Endposition kommen, so wird durch zusätzliche Endschalter eine Warnung bzw. kurze Zeit später ein Notstop ausgelöst.

[0035] Besonders vorteilhaft kann bei dieser Ausführungsvariante die normale Derrickballastpalette, die in üblicher Weise bei Schwebeballastbetrieb verwendet wird, einfach auf die Schwerlasttransportvorrichtung 20 aufgesetzt und mit dieser mechanisch verbunden werden.

[0036] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung ergibt sich aus den Figuren 5 bis 9. Hier wird zur Vermeidung von Seitenkräften auf den hier nicht gezeigten Derrickausleger als Koppелеlement ein stabiler Führungsrahmen 50 vorgesehen, der wie aus der Darstellung gemäß Figur 6 ersichtlich aus einem Gittertragwerk besteht. Für kleinere Ballastabstände kann dieser Führungsrahmen als Koppелеlement eine Strecke von ca. 20 m überspannen. Bei Großkränen können aber auch Koppелеlemente und damit entsprechende Führungsrahmen 50 in einer Länge von 50 und mehr Metern zum Einsatz kommen. Dabei können diese Führungsrahmen 50 aus mehreren Gitterelementen modular aufgebaut werden, so dass unterschiedliche Längen entstehen. Zusätzlich bzw. alternativ können aber auch Teilbereiche bzw. vollständige Bereiche durch Ausschubzylinder als stabiles Führungselement überbrückt werden. Über eine entsprechende Ausschubmechanik wäre damit eine kontinuierliche Längenverstellung des Abstandes zwischen dem Oberwagen 16 des Krans 10 und der Schwerlasttransportvorrichtung 24 möglich.

[0037] Der Führungsrahmen 50 leitet nun die gesamten Seitenkräfte, die aus dem Fahren oder Drehen entstehen, in den Oberwagen 16 ein.

[0038] Das Drehwerksgetriebe des Krans 10 wird beim Fahren oder Drehen auf Rundlaufgeschaltet. Alternativ kann der Führungsrahmen auch hier so dimensioniert sein, dass auch bei geschlossener Bremse (zum Bremsen der Drehbewegung des Oberwagens und den Unterwagen) die Bremsen durchrutschen, bevor der Führungsrahmen überlastet ist.

[0039] Am Ende des Führungsrahmens 50, welcher zur Ankopplung der Schwerlasttransportvorrichtung 24 dient, befindet sich ein Ankoppelement oder Platte 52

(Figur 7), in welchem eine Längsführung 54 vorgesehen ist. Diese Längsführung läuft auf einem Drehzapfen 56, auf dem ein Gleitstein 58 aufsitzt. Hierdurch ist sowohl eine Drehbewegung wie auch eine Längsbewegung innerhalb der Längsführung 54 durch den Gleitstein 58 möglich. In Querrichtung liegt der Gleitstein 58 jedoch an der Längsführung 54 an, so dass das System in Querrichtung starr ist. Der Gleitstein selbst ist auf einem mit der Ballastpalette 32 fest verbundenem stabilen Rahmen 60 verbunden.

[0040] Vom Ende des Führungsrahmens gehen zur Spitze des hier nicht dargestellten Derrickauslegers hin zwei Abspannstangen 62 (Figur 6). Auf dem in Figur 6 dargestellten mittleren Ballaststapel 64 befindet sich gegen Querkkräfte mit entsprechenden Verzurrmitteln 66 (vgl. Figur 5b) diagonal verzurrt ein Rahmen 60, der damit fest mit der Ballastpalette 32 verbunden ist. Hierzu sind entsprechende Verbindungsflaschen vorgesehen.

[0041] Da nun zum Drehen des Oberwagens 16 der Antrieb der Schwerlasttransportvorrichtung 24 genutzt wird, erfolgt die Kraftübertragung über die Schwerlasttransportvorrichtung 24, die auf diese mit mechanischen Mitteln befestigte Ballastpalette 32, die Verzurrmittel 66, den Rahmen 60, den Drehzapfen 56 und den Gleitstein 58, die diese umfassende Platte 52, das die Platte 52 mit dem Führungsrahmen 50 verbindende Schwenklager 51 und den Oberwagen 16.

[0042] Damit die Schwerlasttransportvorrichtung 24 unter die Ballastpalette 32 fahren kann, sind an der Ballastpalette 32 mehrere Konsolen 70 (vgl. Figur 6) vorgesehen, welche auf höhenveränderlichen Stützen 72 ruhen können. Zum Abstützen der Stützen 72 auf dem Untergrund sind in der Regel noch zusätzlich Lastverteilungsmatratzen 74, wie sie in Figur 6 dargestellt sind, notwendig.

[0043] Die Ballastpalette 32 hängt gemäß der Ausführungsvariante nach Figur 5 an zwei Pendeln 80, welche aus einfachen Stäben 82 (vgl. Figur 5) oder dreieckigen Stabverbänden 82' (vgl. Figur 6) bestehen. Diese Pendel 80 sind am oberen und unteren Ende jeweils über ein Gelenklager oder Kreuzgelenk 84, 86 (vgl. Figur 5a) einerseits mit der Ballastpalette 32 und andererseits mit dem Führungsrahmen 50 verbunden, so dass diese in allen Querrichtungen beweglich sind.

[0044] Bei Ballastwagenbetrieb dienen die schräg abstehenden Stäbe 87 oder die sowieso schräg stehenden Stäbe 82' der Dreieckskonstruktion gemäß Figur 6 als Notanschlag 88. Die beiden Pendel 80 können sich um den Punkt 84 frei drehen. Sollte die Schwerlasttransportvorrichtung 32, das heißt der Ballastwagen bei hoher Überlastung des Krans abheben, so wird durch die Notanschläge gewährleistet, dass die Ballastplatte durch den hoch liegenden Schwerpunkt nur einen begrenzten Winkel nach vorne und hinten kippen kann. Damit wiederum ist gewährleistet, dass die Ballastplatten 20 nicht von der Ballastpalette 32 fallen können, da dies natürlich sofort zum Versagen des gesamten Krans führen würde.

[0045] Beim Drehen des Krans 10 um die Drehmitte

kann beispielsweise durch die seitliche Durchbiegung des Führungsrahmens 50 der Lenkwinkel der Räder 26 der Schwerlasttransportvorrichtung 24 nicht mit dem theoretischen Lenkwinkel übereinstimmen, wodurch sich das Lenkzentrum aus der Mitte des Kranes 10 bewegt.

[0046] Dies hat zur Folge, dass das Schwerlasttransportfahrzeug immer weiter von seiner theoretischen Kreisbahn abweicht und sich demzufolge die Mitte des Schwerlasttransportfahrzeuges aus der Kreisbahn des Derrickkopfstückes bewegt. Hier sei nochmals in Erinnerung gerufen, dass Querkräfte grundsätzlich zu vermeiden sind, da sie vom Derrickausleger nicht aufgenommen werden können.

[0047] Durch die zuvor beschriebene spezielle Aufhängung des Pendels 80 kann nun die Schwerlasttransportvorrichtung beispielsweise +/- 500 mm aus ihrer theoretischen Bahn abweichen, ohne dass sich wesentliche Zusatzkräfte auf den Derrickausleger (hier nicht näher dargestellt) oder den Kran 10 ergeben.

[0048] Weicht nun die Schwerlasttransportvorrichtung 24 mehr als das zuvor angegebene zulässige Maß von der theoretischen Bahn ab, so wird beispielsweise über einen Winkelgeber (hier nicht näher dargestellt), der an den Pendeln 80 angeordnet ist, eine Abschaltung der Drehbewegung durch entsprechende Steuersignale bewirkt.

[0049] Eine weitere Möglichkeit besteht nun darin, dass man die jeweiligen Abweichungen der Pendel aus der Vertikalen dazu verwendet, Korrekturen an der Lenkung der Schwerlasttransportvorrichtung 24 durchzuführen, um dadurch einen Rücklauf in die theoretische Spur zu erreichen.

[0050] Sollte aufgrund eines Lenkfehlers der Schwerlasttransportvorrichtung 24 die Symmetrieachse der Schwerlasttransportvorrichtung nicht mehr rechtwinklig zur Symmetrieachse des Führungsrahmens 50 ausgerichtet sein, so würde dies zu unterschiedlichen Stellungen der beiden Pendel 80 führen. Durch Vergleich dieser beiden Winkel kann sowohl eine Längskorrektur als auch eine Endabschaltung bei zu großer Abweichung vorgesehen werden.

[0051] Bei einer Geradeausfahrt wird der Kran 10 zusammen mit der Schwerlasttransportvorrichtung 24 verfahren, wobei hier auch über die Schrägstellung der Pendel 80 eine Geschwindigkeitsregelung des Schwerlasttransportfahrzeuges wie folgt erfolgen kann:

Zunächst beginnt das Raupenfahrwerk 12 (Figur 9) nach vorne zu verfahren, wobei sich die Pendel 80 nach vorne neigen und proportional zu ihrer Auslenkung die Fahrwerksantriebe der Schwerlasttransportvorrichtung ansteuern.

[0052] Ist die Schwerlasttransportvorrichtung zu schnell, so wird das Pendel 80 nach hinten ausgelenkt, wodurch die Fahrtgeschwindigkeit reduziert wird.

[0053] Im Schleppbetrieb wird nun der Kran 10 mit der

Schwerlasttransportvorrichtung 24 entsprechend verfahren. Hier kann über die Schrägstellung der Pendel 80 eine Geschwindigkeitsregelung der Schwerlasttransportvorrichtung 24 erfolgen.

[0054] Zunächst beginnt das Raupenfahrwerk 12 vorwärts zu fahren, wobei sich die Pendel 80 nach vorne neigen und proportional zu ihrer Auslenkung die Fahrwerksantriebe der Schwerlasttransportvorrichtung ansteuern. Ist die Schwerlasttransportvorrichtung zu schnell, wird das Pendel wieder nach hinten ausgelenkt, wodurch die Fahrgeschwindigkeit reduziert wird. Zu berücksichtigen ist, dass sowohl das Raupenfahrwerk 12 wie auch die Räder 26 angetrieben sind. Bei der Geradeausfahrt kann die Schwerlasttransportvorrichtung in der zuvor beschriebenen Art und Weise dem Kran folgen. Beim Drehen des Unterwagens 14 auf der Stelle bleibt der Oberwagen 16 weitgehend unbewegt, wobei der Unterwagen um die Drehachse des Oberwagens bewegt wird. Ist die neue Fahrtrichtung vom Unterwagen aufgrund der Differenzgeschwindigkeiten der Raupenfahrwerke erreicht, wird die Schwerlasttransportvorrichtung 24 zusammen mit dem Führungsrahmen und dem Oberwagen um die Drehachse in die neue Fahrtrichtung ausgerichtet. Die einzelnen Radsätze an der Schwerlasttransportvorrichtung werden von der Drehbewegung in Richtung der Geradeausfahrt umgestellt.

[0055] Entsprechend der beispielsweise in der Figur 9 dargestellten Konstruktion ist sichergestellt, dass das Gewicht des Führungsrahmens 50 und der Platte 52 auch bei entlastetem Kran nicht am Derrickausleger hängt. Die Kraft ist vom Ballastwagen 20, das heißt der Schwerlasttransportvorrichtung 24, aufzunehmen. Hierzu kann entweder die Platte 52 in einem Langloch höhenveränderlich gelagert sein oder die Pendel 80 sind ausreichend stark und sicher gegen Ausknicken ausgeführt. Sollte nun durch einen Lenkfehler der Schwerlasttransportvorrichtung 24 die Symmetrieachse der Schwerlasttransportvorrichtung 24 nicht mehr rechtwinklig zur Symmetrieachse des Führungsrahmens 50 ausgerichtet sein, so wird dies zu unterschiedlichen Winkelstellungen beider Pendel 80 führen. Durch Vergleich dieser Winkel kann sowohl eine Lenkkorrektur als auch eine Endabschaltung bei zu großen Abweichungen erfolgen.

[0056] Grundsätzlich kann die Ballastpalette 32 auch ohne Schwerlasttransportvorrichtung 24 betrieben werden. In diesem Fall werden Keile 90 (vgl. Figur 5a) auf beiden Seiten rechts und links eingelegt. Die Funktion dieser Keile kann theoretisch auch in einer anderen hier nicht näher gezeigten Ausführungsform über Bolzenverbindungen oder ähnlichem übernommen werden.

[0057] Hierdurch werden die Pendel 80 auf beiden Seiten in ihrer vertikalen Stellung fixiert, wodurch sichergestellt ist, dass der Anhängepunkt 84 der Führung sich über dem Schwenkpunkt des gesamten Ballastes befindet und damit ein Kippen des Ballastes ausgeschlossen ist.

[0058] Bei unbelasteten Kranen auf schwieriger Fahrstrecke, die eine Vielzahl von Lenkbewegungen erfor-

dert, kann der Ballastwagen 20, das heißt die Schwerlasttransportvorrichtung 24 zusammen mit der Ballastpalette separat zum sonstigen Kran 10 verfahren werden. Hierzu wird der Führungsrahmen 50 demontiert und die Abspannstangen 62 zum hier nicht näher dargestellten Derrickausleger werden gelöst. Das Lösen und getrennte Transportieren des Führungsrahmens 50 ist notwendig, da andernfalls der sehr schwere Führungsrahmen vom Derrickausleger zusätzlich gehalten werden müßte. Der Derrickausleger selbst wird aber nur von der Rückfahrversicherung am Oberwagen abgestützt. Somit läge nicht nur eine sehr große Kraft am Derrickausleger an, sondern es würden auch noch äußerst ungünstige Hebeverhältnisse wirken. Darüber hinaus würde bei montierten Führungsrahmen 50 beim Verfahren ein großer Platz benötigt, der bei einer Vielzahl von Einsatzorten nicht vorhanden ist. Nach Erreichen der Einsatzstelle wird der Ballastwagen wieder mit dem Kran verbunden, so dass er damit für den weiteren Einsatz bereitsteht.

[0059] In der Figur 4 ist im wesentlichen ein gleicher Aufbau wie in den zuvor diskutierten Figuren 5 bis 9 gezeigt. Hier ist lediglich der Ankopplungspunkt zwischen dem Führungsrahmen 50 und dem Rahmen 60 in anderer Weise ausgeführt. An der Stelle des Langlochs mit Führungsstangen sind hier Führungsstangen am Rahmen 60 vorgesehen, welche mittels eines Koppelgliedes umschlossen sind.

[0060] Schließlich ist in der Figur 10 der Ballastwagen in zwei Stellungen gezeigt, wobei der Ballastwagen 20, 20' jeweils über einen kürzeren Tragrahmen 50 bzw. einen längeren Tragrahmen 50' an den Oberwagen 14 des Krans 10 angeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Kran mit einem verfahrbaren Unterwagen, einem drehbar auf diesem gelagerten Oberwagen mit an diesem angeordneten wippbaren Ausleger und Derrickausleger, sowie einem über ein Koppellement mit dem Oberwagen verbindbaren Ballastwagen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ballastwagen eine serienmäßige Schwerlasttransportvorrichtung mit eigenem Antrieb und eigener Antriebssteuerung ist, wobei diese Antriebssteuerung infolge der Bewegung des Krans beeinflussbar ist.
2. Kran nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwerlasttransportvorrichtung eine Zusatzsteuerung aufweist, die beim Drehen des Krans selbsttätig das entsprechende Lenkzentrum bestimmt und bei Schlepffahrt hinter dem Kran selbsttätig Lenk-, Beschleunigungs- und/oder Verzögerungsbefehle erzeugt.
3. Kran nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koppellement in seiner Länge

veränderbar ausgeführt ist und einen Längengeber aufweist.

4. Kran nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koppellement aus zwei Gelenkstäben besteht, die über einen als Längengeber wirkenden Hydraulikzylinder gekoppelt sind.
5. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ballast auf einer Palette auflegbar ist, die auf die Schwerlasttransportvorrichtung aufsetzbar und mit dieser verbindbar ist.
6. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Koppellement ein starrer Führungsrahmen zwischen dem Oberwagen und einem Anlenkpunkt an der den Ballast aufnehmenden und auf dem Ballastwagen absetzbaren Palette dient, wobei der Führungsrahmen gegenüber dem Anlenkpunkt im Anlenkbereich derart verschieblich gelagert ist, dass eine Längsrelativbewegung mit einer Abweichung von einer Neutralstellung erfaßt werden kann und in ein Ansteuersignal für die Antriebssteuerung der Schwerlasttransportvorrichtung umgesetzt werden kann.
7. Kran nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsrelativbewegung durch eine Längsführung mit einem Drehzapfen derart realisiert ist, dass sowohl eine Längsbewegung wie auch eine Drehbewegung zugelassen wird, während in Querrichtung keine Bewegung zugelassen wird.
8. Kran nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Palette an aus Stäben bestehenden Pendeln hängt, die an ihrem oberen Ende an dem starren Führungsrahmen und an ihrem unteren Ende an der Palette direkt oder indirekt über Gelenklager angelenkt sind.
9. Kran nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pendelbewegung über Notanschläge begrenzt ist.
10. Kran nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pendelbewegung über Meßeinrichtungen, vorzugsweise Winkelgeber, derart erfaßbar ist, dass aufgrund der erfaßten Meßgrößen Ansteuersignale für die Antriebssteuerung generierbar sind.
11. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koppellement vom Oberwagen und/oder Ballastwagen trennbar ist.
12. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Kran als auch der Ballastwagen getrennt voneinander verfahrbar sind.

13. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegebenenfalls nach einem Einbringen von Keilen und/oder Bolzen zur Verhinderung einer Pendelbewegung der in sich starre Ballastwagen vorzugsweise nach Trennung von dem Fahrwerk als Schwebeballast einsetzbar ist.
14. Kran nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Ballastwagen mit dem Oberwagen des Krans verbindenden Tragrahmen vorzugsweise durch das Einbauen weiterer Gitterstücke verlängerbar sind.

5

10

15

20

25

30

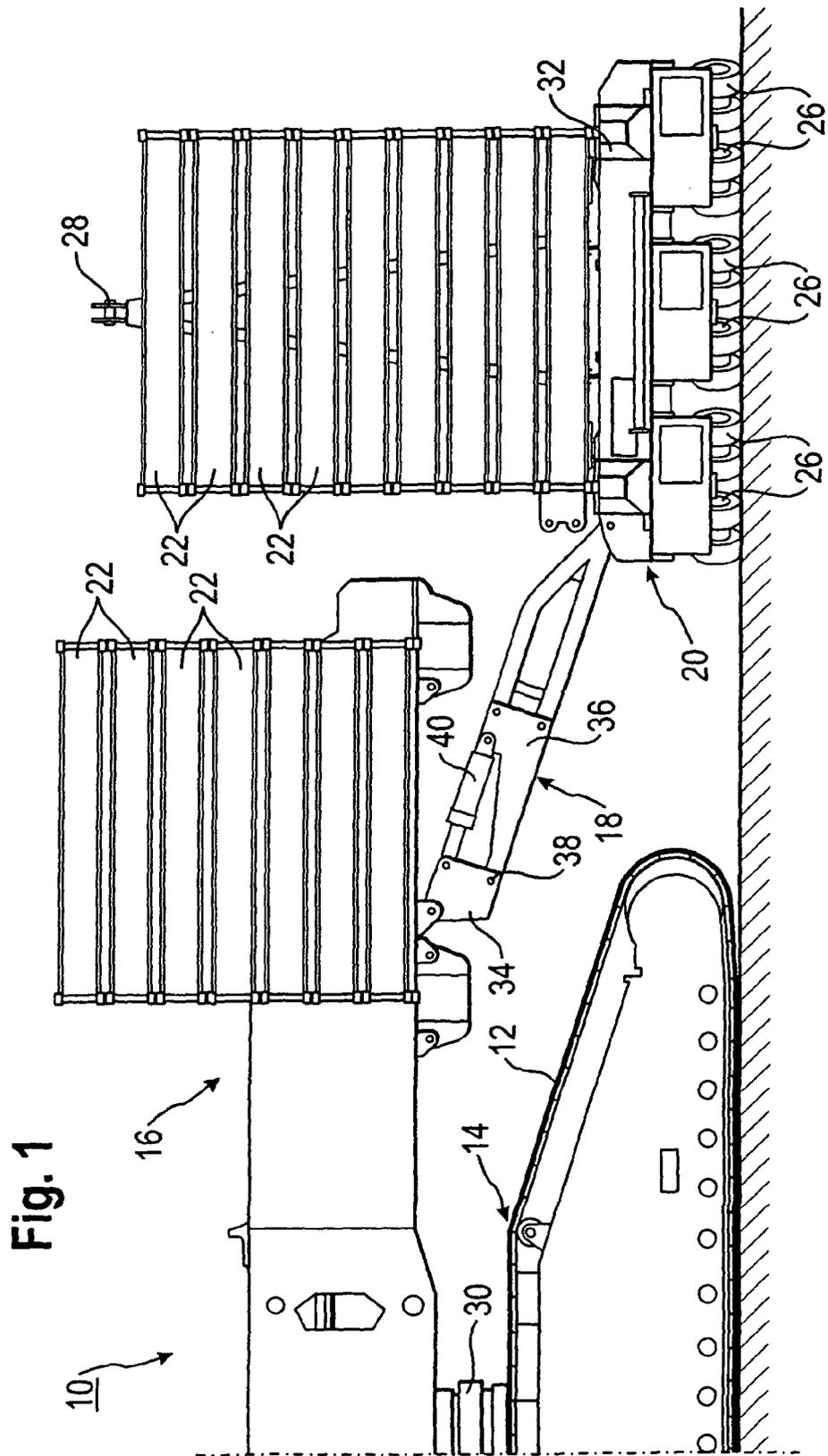
35

40

45

50

55



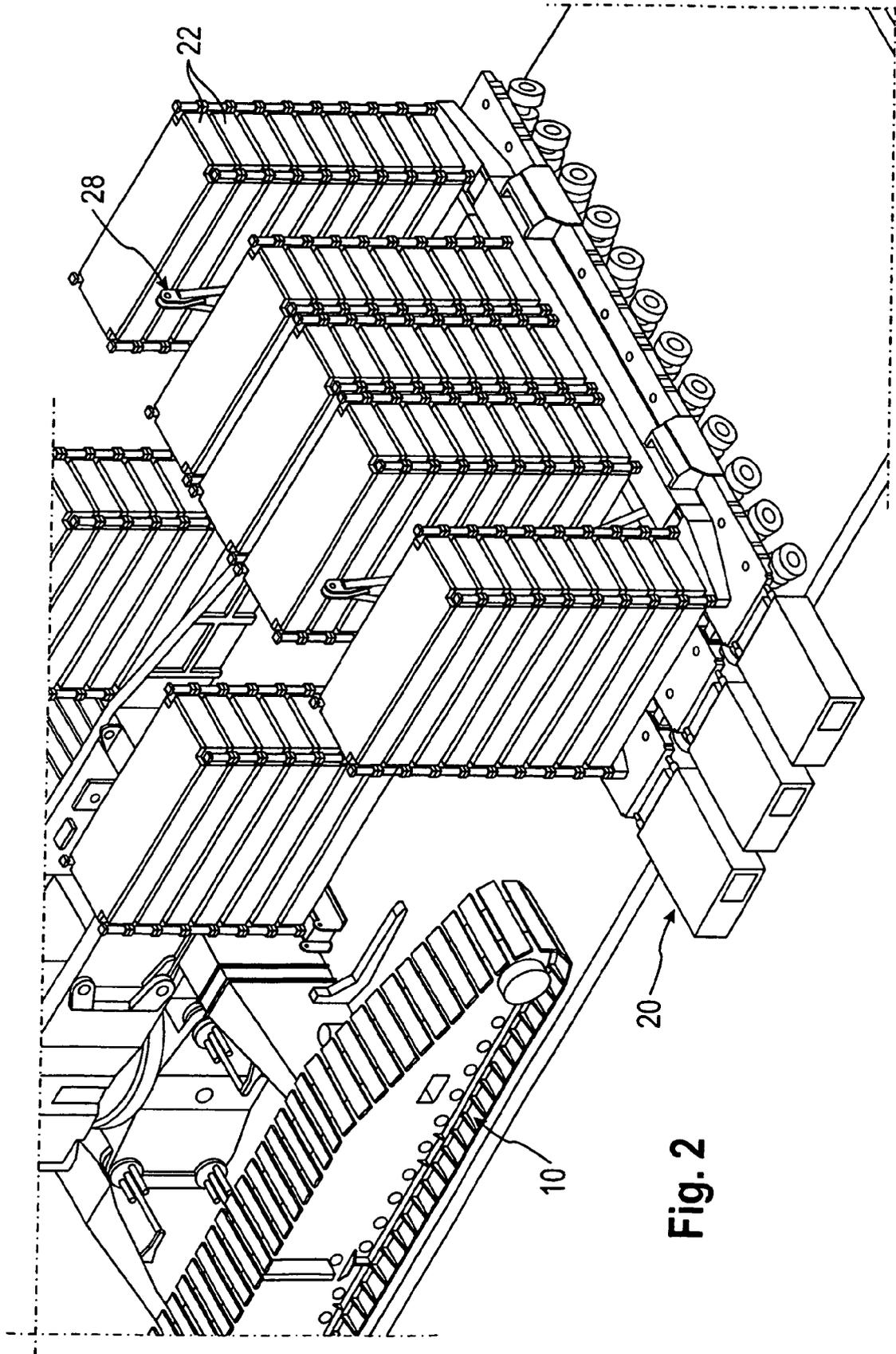
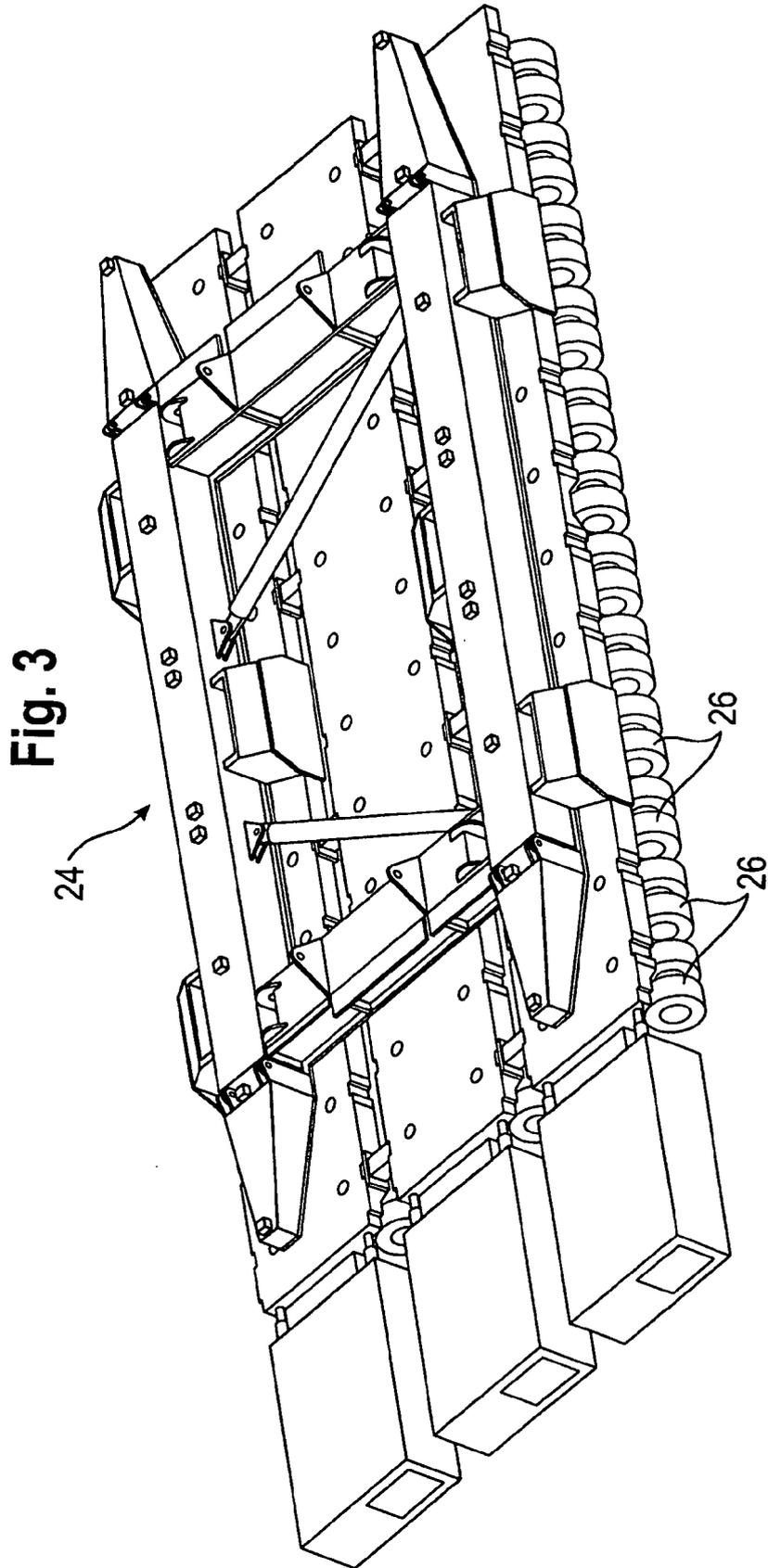


Fig. 2



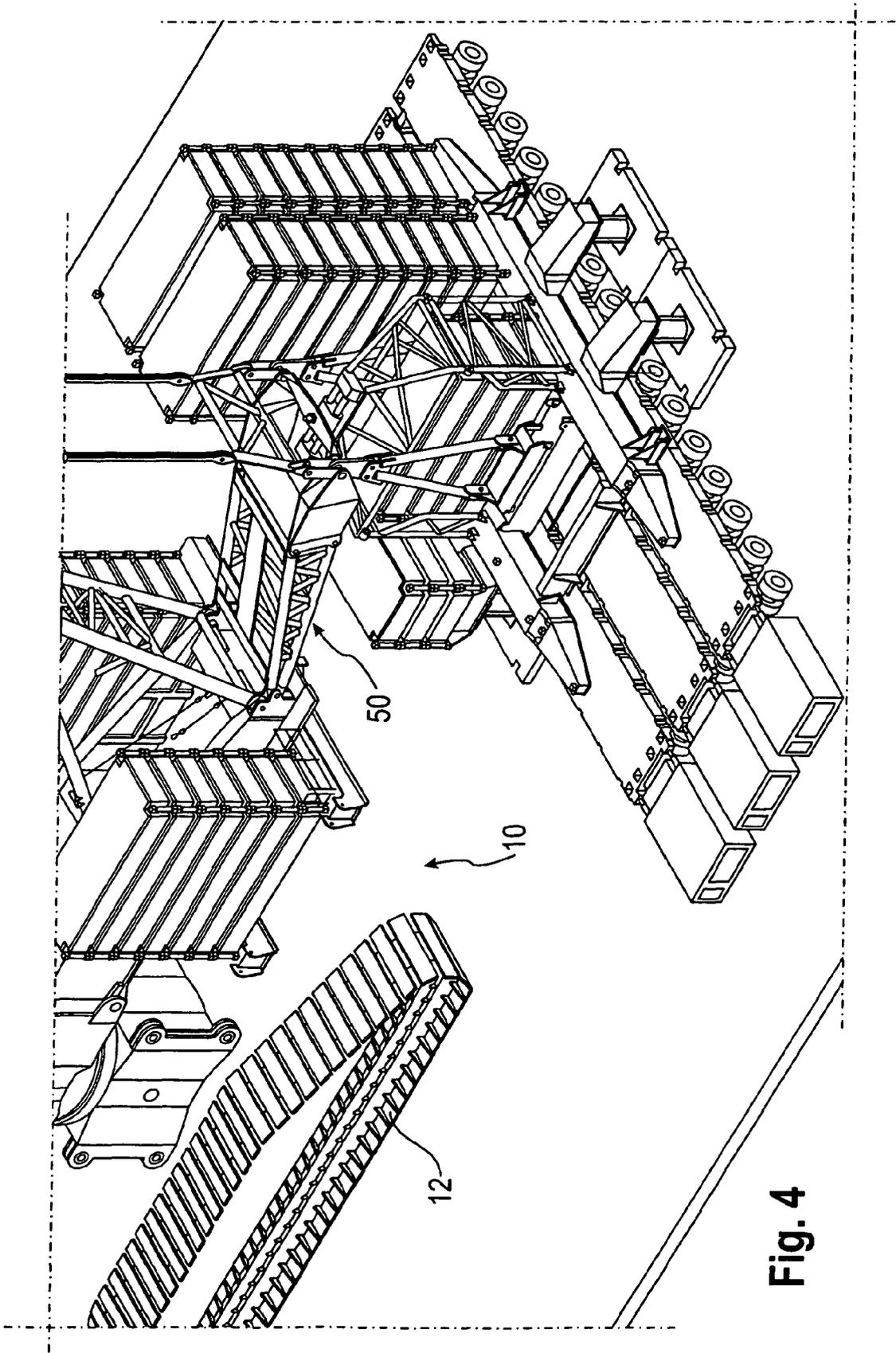


Fig. 4

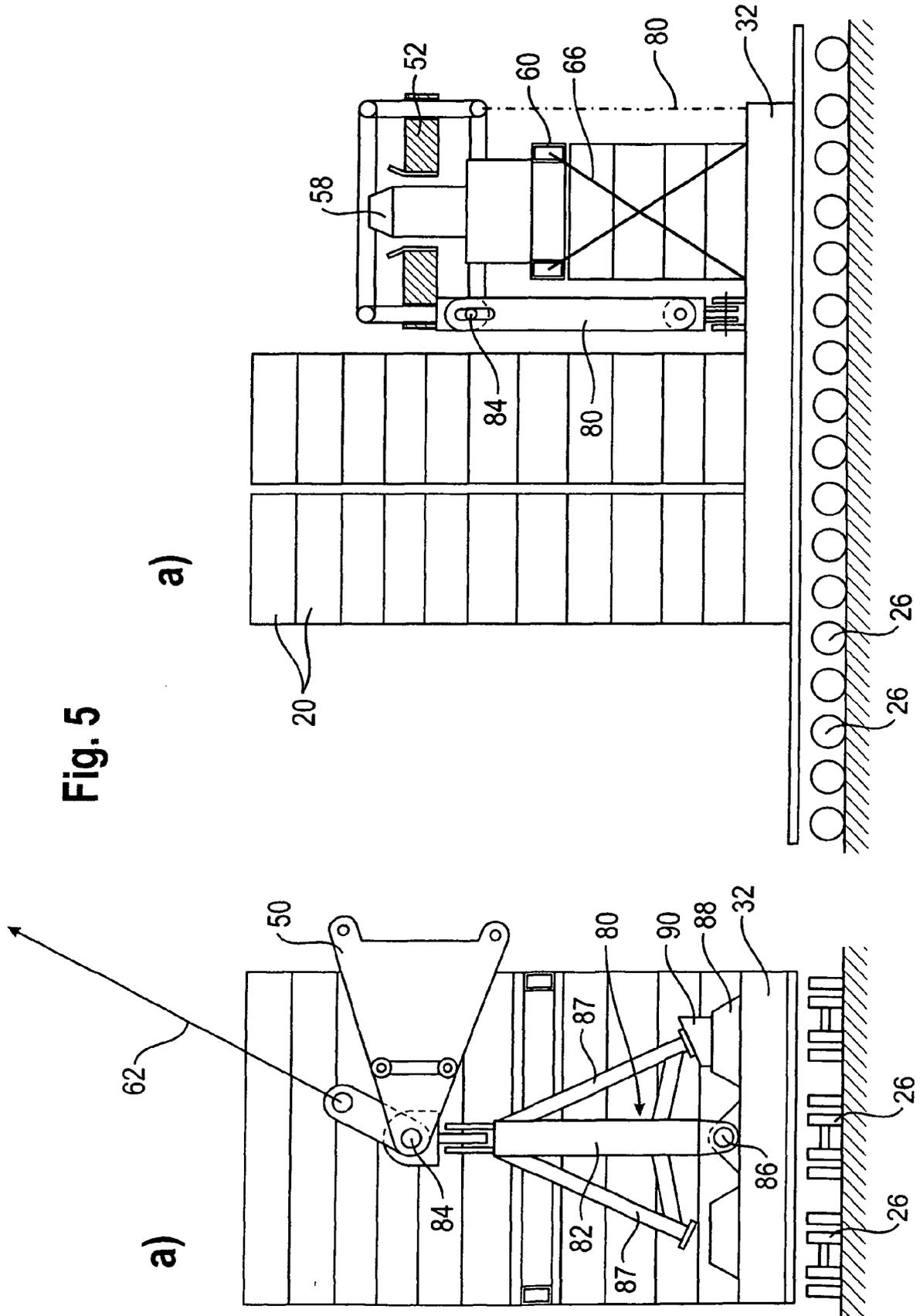


Fig. 5

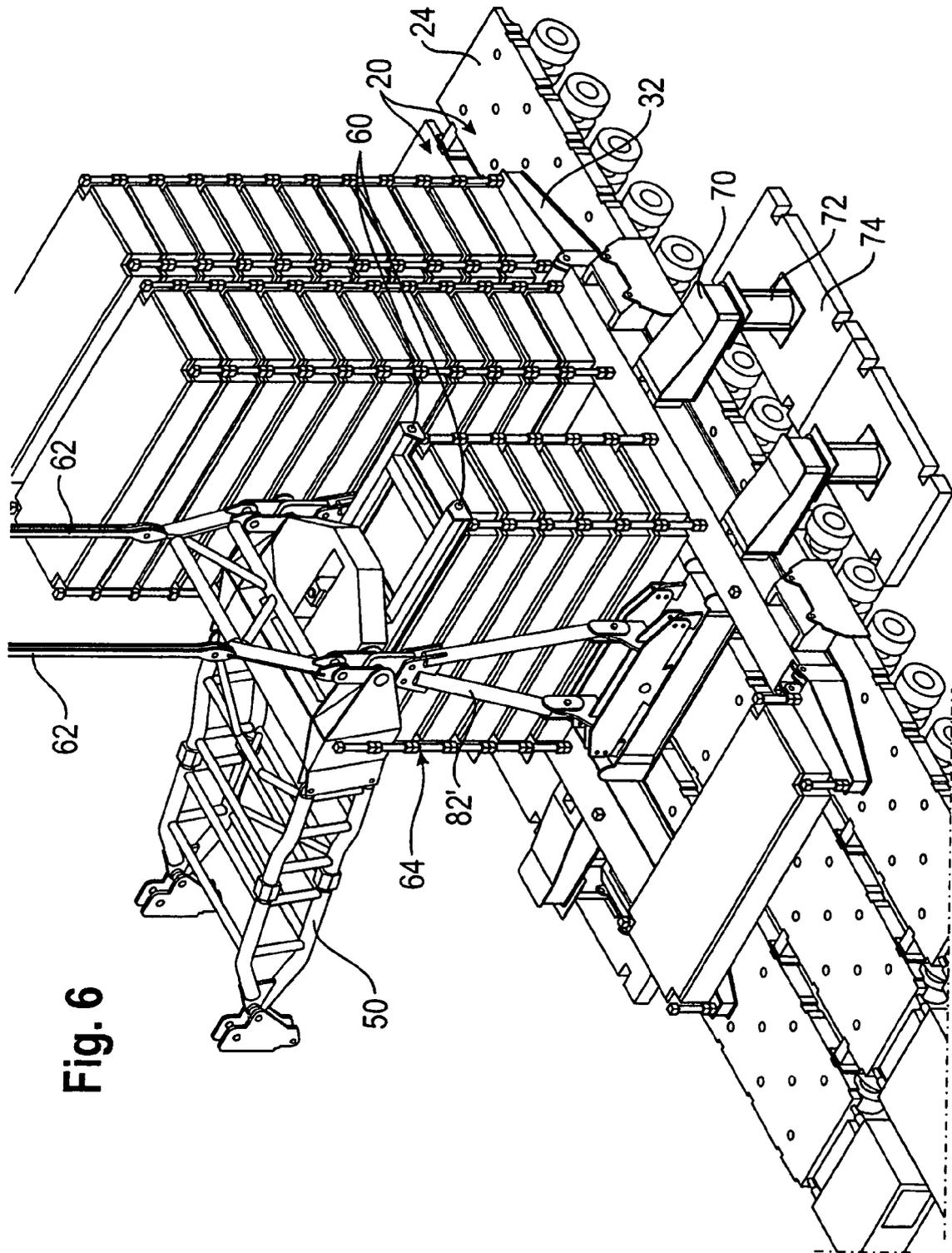
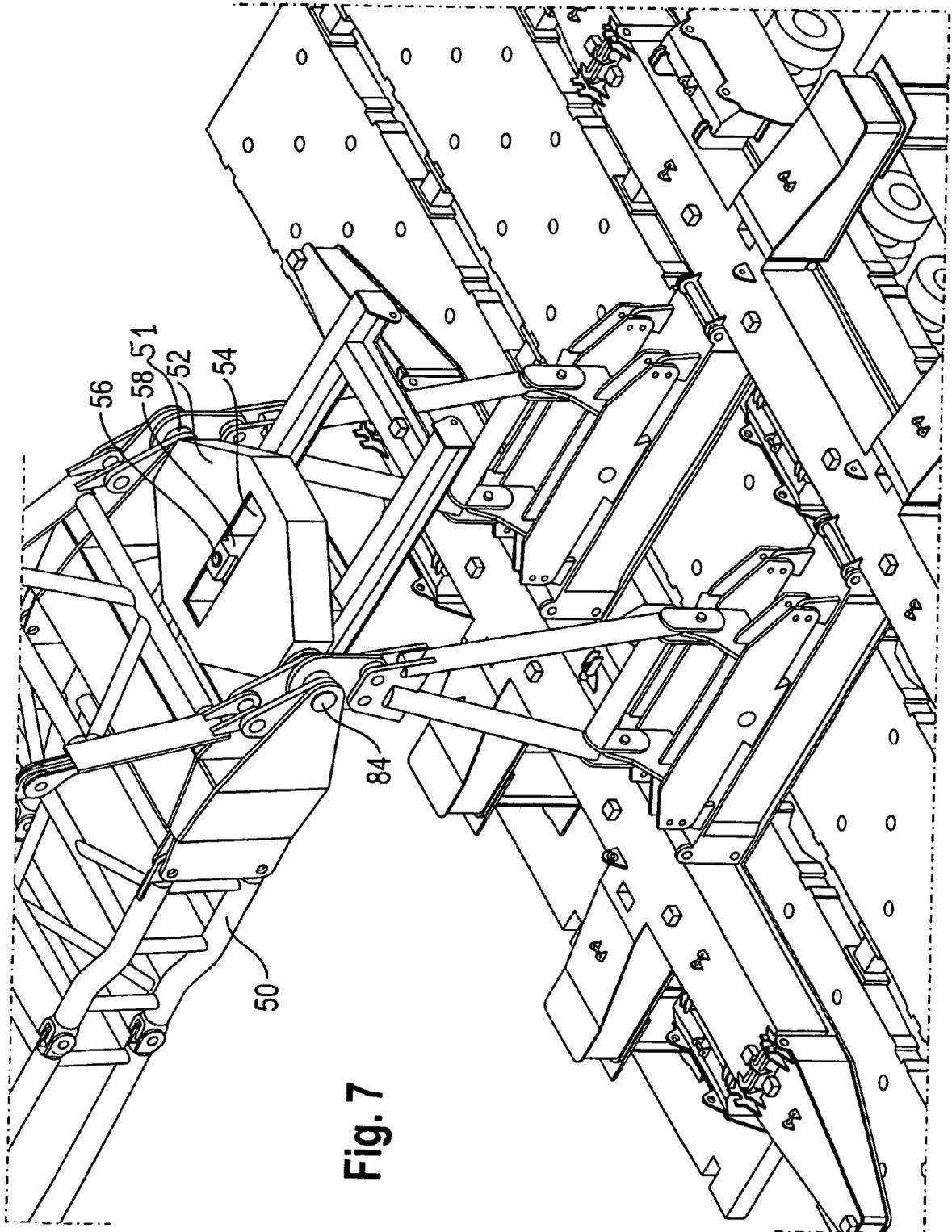


Fig. 6



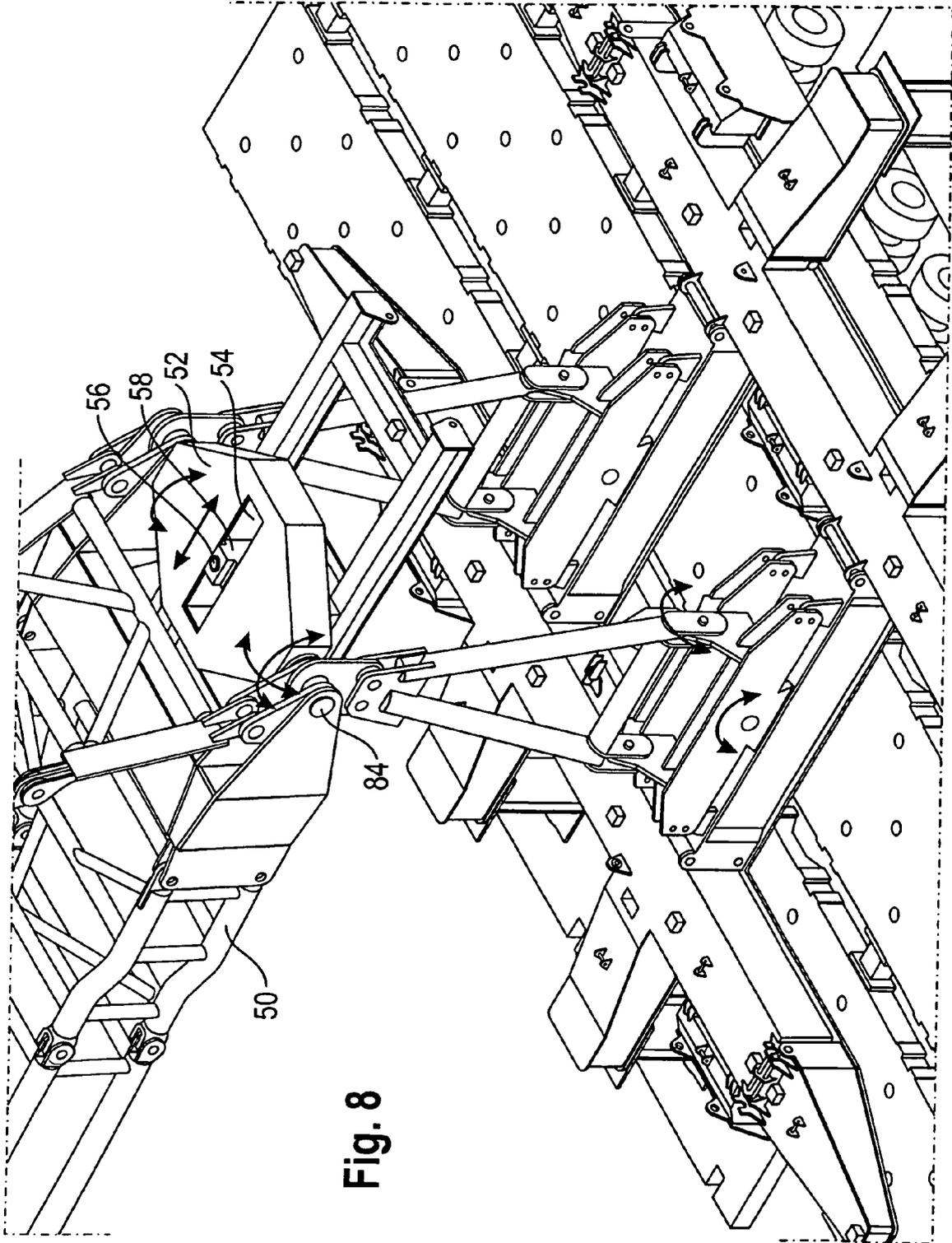


Fig. 8

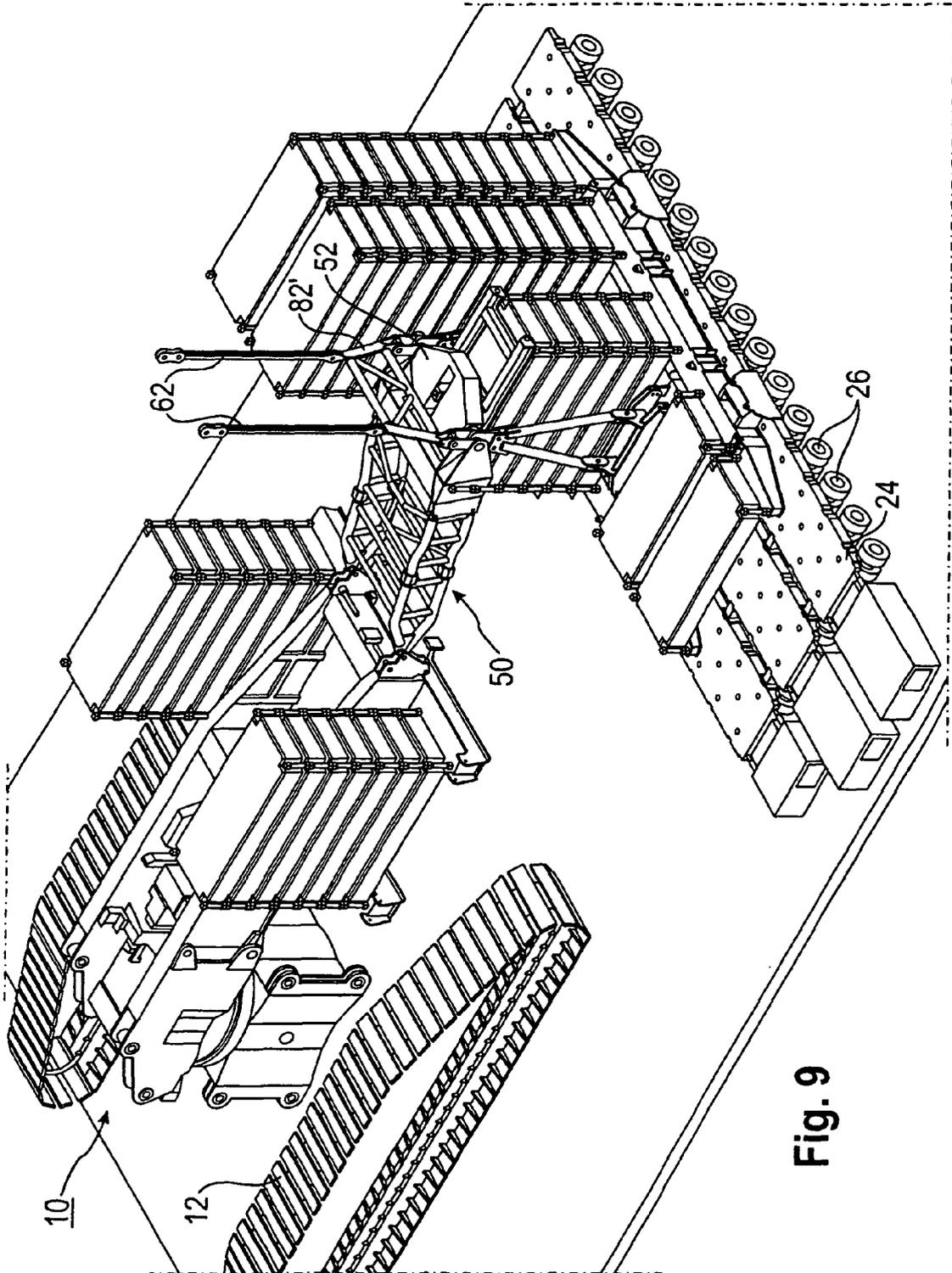


Fig. 9

