

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50121/2018 (51) Int. Cl.: **B60P 1/64** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 08.02.2018 **B66F 9/06** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2019 **B66F 9/18** (2006.01)  
**B65G 63/02** (2006.01)

(30) Priorität:  
27.11.2017 AT A60134/2017 beansprucht.

(71) Patentanmelder:  
AMX AUTOMATION TECHNOLOGIES GMBH  
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:  
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.  
1080 Wien (AT)

(54) **TRANSPORTANORDNUNG FÜR DEN TRANSPORT VON CONTAINERN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Transportanordnung für den Transport von Containern (2) mit zumindest zwei Transportrobotern (1, 1a), die dazu ausgebildet sind, einen Container (2) gemeinsam anzuheben und zu transportieren, wobei die Transportroboter (1, 1a) zumindest eine Kommunikationseinheit zur Kommunikation untereinander, zumindest eine Containerecken-Verriegelung (5, 5a), zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung (4, 4a) und zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) mit einem Radantrieb (12) aufweisen. Aufgabe der Erfindung ist, eine Transportanordnung und ein Verfahren bereitzustellen, die einen möglichst schnellen und effizienten Transport von Containern ermöglicht. Dies wird dadurch gelöst, dass die zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) zumindest je ein mit dem Radantrieb (12) verbundenes Antriebsrad (11, 11a), aufweisen, deren Radachse sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse (17a) schwenkbar ist.

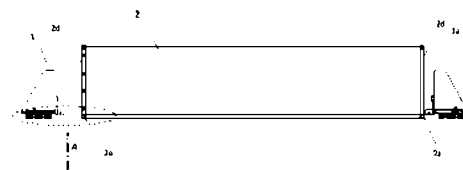


Fig. 1

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Transportanordnung für den Transport von Containern (2) mit zumindest zwei Transportrobotern (1, 1a), die dazu ausgebildet sind, einen Container (2) gemeinsam anzuheben und zu transportieren, wobei die Transportroboter (1, 1a) zumindest eine Kommunikationseinheit zur Kommunikation untereinander, zumindest eine Containerecken-Verriegelung (5, 5a), zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung (4, 4a) und zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) mit einem Radantrieb (12) aufweisen. Aufgabe der Erfindung ist, eine Transportanordnung und ein Verfahren bereitzustellen, die einen möglichst schnellen und effizienten Transport von Containern ermöglicht. Dies wird dadurch gelöst, dass die zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) zumindest je ein mit dem Radantrieb (12) verbundenes Antriebsrad (11, 11a), aufweisen, deren Radachse sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse (17a) schwenkbar ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Transportanordnung für den Transport von Containern mit zumindest zwei Transportrobotern, die dazu ausgebildet sind, einen Container gemeinsam anzuheben und zu transportieren, wobei die Transportroboter zumindest eine Kommunikationseinheit zur Kommunikation untereinander, zumindest eine Containerecken-Verriegelung, zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung und zumindest zwei Fahrwerke mit einem Radantrieb aufweisen.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Transport von Containern mit einer Transportanordnung, wobei zumindest zwei Transportroboter an gegenüberliegenden Seiten eines Containers angeordnet werden, jeweils zumindest eine Containerecken-Verriegelung und zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung der Transportroboter mit dem Container verbunden werden und der Container vom Untergrund abgehoben wird, und wobei zumindest die zwei Transportroboter miteinander kommunizieren, Daten austauschen und somit ihre Bewegungen koordinieren können.

Aus der WO2017/076980, US2017/0182923A1, WO2015/026246A2, DE102010060504A1, DE102012108769A1, EP2440431B1, EP2637914B1, DE102015119193A1, EP2185382B1, EP2079607B1, DE102008059830A1, EP2352690B1 sind unterschiedliche flurgebundene Container-Handling Systeme bekannt. Flurgebundene Container-Handling Systeme sind manuell gesteuerte oder autonome Schwertransportfahrzeuge mit Elektro-, Gas-, Diesel- oder Brennstoffzellenantrieb, die entweder mittels einer davon unabhängigen Hebevorrichtung (z. B. Hafenkran) direkt be- und entladen werden oder den Container mittels einer unterfahrbaren Containerbrücke und einer integrierten Hubvorrichtung aufnehmen und abgeben können, und den Container von diesem ersten Ort (Beladeort) zu einem zweiten Ort (Abgabeort) verfahren können. Bauartbedingt können derartige Transportfahrzeuge einen 40' oder zwei 20' Normcontainer aufnehmen. Nachteilig bei derartigen Container-Handling Systemen sind das hohe Eigengewicht (liegt in der Größenordnung des zulässigen Einzel-Containergewichtes), die große Fahrzeuglänge (deutlich länger als die Länge der Container), die eingeschränkte Manövrierbarkeit aufgrund der großen Kurvenradien und das Fehlen der Möglichkeit von 90°-Querfahrten, sowie das Erfordernis von Belade-/Entladevorrichtungen oder der direkten Be-/Entladung mittels Krananlagen,

wobei die Hafenkrananlagen und die Fahrzeuge sich dabei in ihrer Auslastung gegenseitig behindern.

Die US2017/0182923A1 offenbart ein autonom agierendes flurgebundenes Transportfahrzeug für Container mit einer integrierten Positionierungsvorrichtung für einen zweiten Container, der über einen ersten Container gestapelt werden kann, wobei sowohl der erste als auch der zweite Container mittels einer externen Beladevorrichtung (Kran) auf das Transportfahrzeug verbracht werden müssen. Die Nachteile sind identisch mit den zuvor genannten Nachteilen der zuvor angeführten bekannten Lösungen.

Die US5800114, US3327996, US5170994, EP1285878A1, EP123022A1, WO20150266246 offenbaren stationäre und mobile Hub- und Absenkvorrichtungen für Fahrzeuge, Container, Hebebühnen o. ä., die manuell oder elektronisch gesteuert betrieben werden, die mit speziellen Lastaufnahmemitteln ausgerüstet sind und aus dem Zusammenwirken von 4 oder mehreren Einheiten, großvolumige Lasten anheben und absenken können. Nachteilig bei diesen Ausführungsformen ist vor allem das Fehlen horizontaler Fahrmöglichkeiten unter Last.

Die DE202005002668U1 offenbart eine Hub- und Transportvorrichtung für schwere Lasten, bestehend aus zwei Einheiten, die jeweils aus einem fahrbaren Untersatz und einem vertikal verfahrbaren Schlitten mit Verbindungselementen zur Lastaufnahme bestehen. Nachteilig ist die manuelle Betriebsart und ein für das horizontale Verfahren erforderliches unabhängiges zusätzliches Fördersystem (z. B. Gabelstapler).

Die US2004/0256266A1, US5170994, EP0123022A1 und WO2015025246A2 offenbaren Vorrichtungen zum Fixieren bzw. Sichern von Containern auf Hebezeugen, wobei die Fixierung mittels eines Drehverschlusses (Twist Lock) bzw. eines Einsteckteils in die standardisierte Containerrecke erfolgt. Nachteilig sind bei diesen Ausführungen unter anderem die ausschließlich manuell zu betätigenden Drehverschlüsse bzw. Einsteckteile zur Fixierung eines Containers in den Containerrecken.

Die EP2017281A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung für das Aufnehmen, Anheben, den horizontalen Transport und das Abgeben eines Containers mittels zweier Einzelfahrzeuge, die manuell oder autonom betrieben werden können und

über lenkbare Antriebsräder, eine Andockvorrichtung und eine Hubvorrichtung verfügen. Nachteilig bei dieser Ausführung sind die verhältnismäßig große Breite der Einzelfahrzeuge bedingt durch auskragend angeordnete Stützräder, die fehlende Verriegelung bei der Andockvorrichtung, die nur eine Verbindung mit dem Container in den unteren Containerecken durch Einschieben je eines Zapfens pro Containerecke ausschließlich in Containerlängsrichtung vorsieht und gegenüber in Längsrichtung auftretende Kräfte und Verschiebungen während des Transportvorganges nicht abgesichert ist, sodass die Transportfahrzeuge während des Containertransportes mit dem Container den Kontakt verlieren können.

Die GB2042217, US820228, US5623818, GB820228, DE102013017062A1, WO2012096570A1, DE3324862A1, offenbaren multidirektionale Fahrtriebe, mit einem oder zwei identisch angetriebenen Antriebsrädern, deren Achsen gegenüber der Fahrbahnebene im Wesentlichen parallel ausgerichtet sind, die um eine zweite Achse, senkrecht zur Fahrbahnebene schwenkbar gelagert sind und für diese Schwenkbewegung über eine zusätzliche Lenkeinrichtung verfügen. Weiters offenbaren die JPS62280372A, US20020014357A1, US4221273, US7694758B1, US2004/0079560A1, omnidirektionale Fahrtriebe mit zwei individuell angetriebenen Antriebsrädern, die um eine zweite Achse senkrecht zur Räderachse vertikal zur Fahrbahnebene drehbar in einer Führung gelagert sind, und über zusätzliche Einrichtungen verfügen, um die Fahrtrichtung relativ zum Fahrgerät zu beeinflussen und Bodenunebenheiten auszugleichen. Die DE102013019726A1 offenbart einen omnidirektionalen Fahrtrieb mit zwei individuell angetriebenen Antriebsrädern mit nach oben (von der Fahrbahnebene aus betrachtet) versetzt angeordnetem Antriebsmotor mit Riemenantrieb, der eine enorme Bauhöhe verursacht, wobei der Fahrtrieb schenkbar um eine Vertikalachse und dazu senkrecht um eine zweite Achse kippbar zwecks Niveaueausgleich ausgeführt ist. Die DE102007046868A1 und US6540039B1 offenbaren ein Antriebssystem für ein omnidirektionales Fahrzeug mit zwei versetzt angeordneten lenkbaren Radbaugruppen, bestehend aus zwei Antriebsrädern und die EP2336075A1 und EP3216747 offenbaren ein Antriebssystem für ein omnidirektionales Fahrzeug mit vier versetzt angeordneten lenkbaren Radbaugruppen mit integriertem Radantrieb und zentraler Lagerung für die Orientierung der Fahrtrichtung und einer vertikal von der Radachse beabstandeten zweiten Lagerung für einen Niveaueausgleich der Antriebsräder. Nachteilig wirken sich bei diesen Ausführungsvarianten mit zusätzlich erforderlichen Lenkeinrichtungen die fehlende Möglichkeit, eine flüssige

Bewegung in jede beliebige Richtung ausführen zu können, bei den Ausführungsvarianten mit nach oben versetzt angeordneten Antriebseinheiten (z. B. Motor und Riemengetriebe) die enorme Bauhöhe, bei den Ausführungsvarianten mit nur zwei Radbaugruppen die eingeschränkte Manövrierfähigkeit (eine Querfahrt ist wegen der dann identischen Räderachsen nicht möglich; fehlende Kippstabilität) und bei den Ausführungsvarianten mit vertikal von der Radachse beabstandeter zweiter Lagerung für den Niveaueausgleich der Antriebsräder die ungünstigen Kraftverhältnisse bei Kurvenfahren aus, sodass nur entweder geringe Kurvenfahrtgeschwindigkeiten oder kleine Lasten möglich sind.

Die US 2006285959 A zeigt ein zusammenhängendes Gerüst zum Aufheben von Containern. Dabei sind motorisierte Räder an Stehern angeordnet, die das Gerüst mit dem Container bewegbar machen. Das Gerüst muss allerdings sehr sperrig und groß ausgeführt sein, damit der gesamte Container darauf passt.

In der US 2010/226740 A werden Hebevorrichtungen offenbart, wobei vier dieser Hebevorrichtungen an den Ecken eines Containers angeordnet werden können, um diesen aufzuheben. Sie sind mit Rädern und Lenkern ausgestattet, damit Lagerarbeiter den aufgeladenen Container manuell oder mittels separatem Zugfahrzeug transportieren können. Dazu müssen aber zuerst alle Hebevorrichtungen richtig angeordnet und danach der Container angehoben werden. Dies, zusammen mit dem Verschieben des schweren Containers, ist sehr kraft- sowie zeitaufwendig und erfordert viel Personal.

Unter der Bezeichnung MACJAC (<https://swarmrobotix.com/macjac.html>; 2017-11-18) der amerikanischen Gesellschaft Swarm Robotix (<https://swarmrobotix.com>) ist ein mobiles, automatisiertes System für das flurgebundene Containerhandling offenbart, das aus vier freibeweglichen, synchronisierten Einzelfahrzeugen besteht, die jeweils mit einer in 5 Containerlängsrichtung wirkenden drehbaren Container-Verriegelung (Twistlock) und einer Hub-Längsverschiebeeinheit ausgeführt sind. Der auf dem Boden abgestellte Container wird an den vier Ecken von jeweils einem Einzelfahrzeug in Containerlängsrichtung angefahren, die Container-Verriegelung in die Öffnung der bodenseits stirnseitigen Containerrecke eingeschoben und verriegelt, synchron mittels der vier Einzelfahrzeuge angehoben und von den Einzelfahrzeugen teilweise unterfahren, auf einer Plattform oberhalb von Stützrädern abgesetzt, anschließend an den Abstellort entlang von Bahnkurven

verfahren, kurz angehoben, auf den Boden abgesenkt und die Container-Verriegelung gelöst, sodass die Einzelfahrzeuge den Containerabstellplatz verlassen können. Dabei weisen Einzelfahrzeuge je ein fest mit dem Einzelfahrzeug verbundenes Fahrwerk mit zwei angetriebenen Rädern und zwei weitere, als passive, drehbare Stützräder ausgeführte Fahrwerke auf. Nachteilig bei diesem Konzept mit vier Einzelfahrzeugen sind der erhöhte Koordinierungsaufwand, die geringen Platzverhältnisse für die Aufnahme von Energiespeichern, die sich insgesamt ergebende große Gesamtbreite aus der Summe aus Containerbreite und zwei Mal halber Einzelfahrzeugbreite, die ungünstigen Kraftverhältnisse in der Verriegelung (Containerecke und Container-Verriegelung) und die Kippgefahr während der Containeraufnahme bis zum Unterfahren des Containers mit den Stützrädern. Dazu werden die unter dem Container angeordneten Stützräder bei Belastung zur Fahrt ausgerichtet, was mit großem Verschleiß und eventuell Beschädigung des Untergrunds einhergeht. Zusätzlich sind die Bewegungsabläufe der Einzelfahrzeuge relativ stark eingeschränkt, was zu einer Verlängerung der Wege und damit zu geringer Effizienz führt.

Aufgabe der Erfindung ist damit, eine Transportanordnung und ein Verfahren bereitzustellen, die einen möglichst schnellen und effizienten Transport von Containern ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die zumindest zwei Fahrwerke zumindest je ein mit dem Radantrieb verbundenes Antriebsrad, aufweisen, deren Radachse sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse schwenkbar ist.

Sie wird gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren auch dadurch gelöst, dass zumindest zwei Fahrwerke, aktiv angetrieben und sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse drehbar ist.

Dabei können die Fahrwerke vorzugsweise unabhängig voneinander drehbar sein, sie können aber auch nur abhängig voneinander drehbar ausgeführt sein. Die Fahrwerke weisen vorzugsweise je einen Radantrieb auf, jedoch ist auch denkbar, dass ein gemeinsamer Radantrieb für mehrere Fahrwerke vorgesehen ist.

Dadurch wird der Transportroboter noch agiler und kann so auch schräge oder seitliche Bewegungen durchführen, ohne Kurvenbewegungen durchführen zu müssen. Durch das Verdrehen des Fahrwerks wird automatisch die Richtung des Fahrwerks unabhängig von der Ausrichtung des Transportroboters bestimmt. Insbesondere in einem Koppelungszustand kann der Container in jedwede Richtung schnell transportiert werden und auch quer verschoben werden. Gleichzeitig wird auch in einem ungekoppelten Zustand eine agile Bewegung, Verdrehung und Verschiebung möglich, was insbesondere bei der Annäherung und Positionierung des Transportroboters in Bezug zu dem Container und so die Koppelung erleichtert.

Vorzugsweise wird vorgesehen, dass zumindest ein erstes Fahrwerk, welches in einem Koppelungszustand mit dem Container nahe an der dem Container zugewandten Seite des Transportroboters angeordnet ist, aktiv angetrieben und drehbar ist. Dabei ist vorteilhafter Weise auch zumindest ein zweites Fahrwerk vorgesehen, das in dem Koppelungszustand mit dem Container fern der dem Container zugewandten Seite angeordnet ist, welches entweder ebenso aktiv angetrieben und drehbar ausgeführt ist, oder passiv ausgeführt ist.

Dabei wird unter drehbar verstanden, dass das Fahrwerk um eine im Wesentlichen senkrechte Achse drehbar ist und damit durch Drehung desselben die Bewegung der Transportvorrichtung gelenkt werden kann.

Dabei wird unter nahe und fern verstanden, dass das erste Fahrwerk näher an der dem Container zugewandten Seite angeordnet ist als das zweite Fahrwerk. Dadurch wird auch das Kippen in diese Richtung verhindert.

Dabei ist mit Koppelungszustand ein Zustand gemeint, bei dem ein Transportroboter eine Verbindung mit dem Container eingegangen ist, das heißt, zumindest die Containerecken-Verriegelung mit dem Container eine Verbindung eingegangen ist. Dem entsprechend ist mit ungekoppelten Zustand ein Zustand gemeint, in der der Transportroboter keine Verbindung mit dem Container eingegangen ist, er sich also unbelastet bewegen kann.

Dabei werden unter Container nicht nur die im Transportwesen allgegenwärtigen Container nach der ISO-Norm 668 verstanden, sondern alle Transportgebilde mit standardisierten Maßen. Dies können beispielweise auch Kartons einer bestimmten Norm sein. Container im Sinne dieser Erfindung sind also im Wesentlichen

Frachtcontainer in den Längen 20 Fuß (6,069 m) und 40 Fuß (12,192 m), jedoch nicht ausschließlich auf diese beschränkt.

Genannte Richtungs- und Ortsangaben wie vertikal und horizontal oder waagrecht und senkrecht beziehen sich dabei falls nicht anders angegeben auf Transportanordnungen, welche sich in bestimmungsgemäßer Gebrauchsstellung auf einer ebenen Fahrbahn befinden, sprich die Fahrwerke an der Unterseite angeordnet sind.

Es kann vorgesehen sein, dass zumindest die zwei Transportroboter miteinander kommunizieren, Daten austauschen und somit ihre Bewegungen koordinieren können. Durch die Kommunikation der Transportroboter untereinander können die Bewegungsabläufe untereinander koordiniert werden und so Prozessabläufe automatisiert werden. Auch können Daten über den Standort, Zustand oder die Umgebung der Transportroboter untereinander ausgetauscht werden. Insbesondere bei einem automatischen oder halbautomatischen System, bei dem Transportroboter ihre Bewegungen selbst planen und ausführen, ist dies vorteilhaft. Die Kommunikation kann beispielsweise über kontakt- und kabellose Technologien wie über Funk erfolgen.

Dabei kann vorgesehen sein, dass die Transportanordnung eine Relais-Einheit zur Kommunikation mit den Kommunikationseinheiten aufweist. Diese Relais-Einheit kann als übergeordnete Kontrolleinheit fungieren, die die Transportroboter koordiniert. Sie kann auch als Interface zur Steuerung und Datenpräsentation für einen Lagerarbeiter dienen. Sie kann den Transportrobotern auch zusätzliche Informationen zur Verfügung stellen, beispielsweise in naher Zukunft erwartete Umlagerungsaufträge.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Kommunikationseinheiten zur direkten Kommunikation untereinander ausgebildet sind. Dadurch können die Effekte einer Schwarmintelligenz ausgenutzt werden und durch geringe Regelungseingriffe von außen Lagervorgänge optimiert werden.

Beim gemeinsamen Anheben und Transportieren eines Containers kann vorgesehen sein, dass mehr als zwei, beispielweise vier Transportroboter – an jeder Ecke des Containers einer angeordnet - beteiligt sind. Dadurch können die Transportroboter besonders klein ausgeführt werden.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn die Transportvorrichtungen je zwei Containerecken-Verriegelungen und vorzugsweise je zwei Hubkraftmoment-Abstützungen aufweisen. Dadurch können zwei Transporteinheiten einen Container auf besonders stabile Art und Weise festlegen und Unfälle vermieden werden.

Die Transportroboter können derart ausgeführt sein, dass sie zur Koppelung an die Stirnseiten des zu koppelnden Containers angeordnet werden. Sie können aber auch dazu ausgeführt sein, an anderen Seiten, beispielsweise den seitlichen Längsseiten des Containers angeordnet zu werden, um mit dem Container zu koppeln.

Auch ist es vorteilhaft, wenn die Transportroboter vertikal verschiebbare Hubvorrichtungen zum vertikalen Anheben und Absenken des Containers aufweisen. Dadurch kann auf einfache Art ein am Transportroboter festgelegter Container vom Untergrund abgehoben und ohne an diesem zu schleifen transportiert werden.

Vorzugsweise sind die Containerecken-Verriegelung und die Hubkraftmoment-Abstützung direkt auf der Hubvorrichtung angeordnet. Dadurch kann ein daran festgelegter Container leicht durch die Hubvorrichtung vom Untergrund in eine erhobene Position gehoben werden, in der er leicht bewegbar ist, ohne am Untergrund zu schleifen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Containerecken-Verriegelung eine senkrecht zu einer Verbindungsfläche des Transportroboters angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Längs-Verriegelungsvorrichtung zur Verbindung mit einem Container aufweist. Auch ist vorteilhaft, wenn während der Anordnung der Transportroboter der Abstand zwischen Containerecken-Verriegelung und Container verringert wird und zumindest je eine senkrecht zu einer Verbindungsfläche des Transportroboters angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Längs-Verriegelungsvorrichtung der Containerecken-Verriegelung mit einem vorzugsweise als Aufnahme für einen Stift ausgeführten Längs-Gegenstück des Containers vor oder während der Abstandsverringering verbunden wird. So kann der Stift in eine dafür vorgesehene Ausnehmung der Stirnseiten des Containers – wie bei vielen standardisierten Containern vorhanden – eingeführt werden und so eine stabile Verbindung hergestellt werden.

Dabei wird unter Verbindungsfläche eine Fläche verstanden, die dem Container zugewandt ist, wenn der Transportroboter in bestimmungsgemäßer Art mit diesem verbunden bzw. gekoppelt ist. Dabei kann die Hubkraftmoment-Abstützung vorzugsweise an der Verbindungsfläche angeordnet sein.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Containerrecken-Verriegelung eine parallel zur Verbindungsfläche angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Quer-Verriegelungsvorrichtung zur Verbindung mit einem Container aufweist. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass während der Anordnung der Transportroboter der Abstand zwischen Containerrecken-Verriegelung und Container verringert und eine parallel zur Verbindungsfläche angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Quer-Verriegelungsvorrichtung der Containerrecken-Verriegelung mit einem vorzugsweise als Aufnahme für einen Stift ausgeführten Quer-Gegenstück des Containers während oder nach der Abstandsverringering verbunden wird. Dies stellt eine weitere Möglichkeit der stabilen Verbindung dar.

Weiters ist vorteilhaft, wenn die Containerrecken-Verriegelung entlang einer zur Verbindungsfläche im Wesentlichen parallelen, vorzugsweise horizontalen Querachse der Transportvorrichtung verschiebbar ist. Die Verschiebung kann durch eine Breitenverstellung erfolgen. Dies kann einerseits den Vorteil haben, dass so eine Quer-Verriegelungsvorrichtung mit einem Quer-Gegenstück während der Koppelung verbunden werden kann. Andererseits kann dies auch dazu dienen, die Containerrecken-Verriegelung an verschiedene Maße von Containern anzupassen.

Vorteilig ist, wenn die Hubkraftmoment-Abstützung an eine Container-Stirnseite des Containers anlegbar ausgeführt ist. Dadurch kann dem Hubkraftdrehmoment durch die Festlegung mit der Containerrecken-Verriegelung entgegengewirkt werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Hubkraftmoment-Abstützung und die Containerrecken-Verriegelung in vertikaler Richtung voneinander beabstandet angeordnet sind. Dadurch wird die Wirkung der Hubkraftmoment-Abstützung verbessert.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Fahrwerke in einem Koppelungszustand des Transportroboters mit einem Container außerhalb des Grundrisses des Containers angeordnet sind. Dadurch muss kein eventuell auch nur teilweises unterschieben

des Transportroboters erfolgen, was den Transportablauf vereinfacht und beschleunigt.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist zumindest ein Fahrwerk zumindest ein Antriebsrad, vorzugsweise mit einem Radantrieb auf, deren Radachse um 360° schwenkbar ist. Dadurch kann die Transporteinheit neben geradlinigen und kurvigen Bewegungen auch Bewegungen transversal zur Hauptbewegungsrichtung ausführen. Dies verbessert die Beweglichkeit mit und ohne verbundenen Container.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Transportroboter zumindest ein erstes Fahrwerk und zumindest ein zweites Fahrwerk aufweisen, wobei in einem Koppelungszustand mit dem Container das erste Fahrwerk nahe an der dem Container zugewandten Seite des Transportroboters angeordnet ist, das zweite Fahrwerk von der dem Container zugewandten Seite entfernt angeordnet ist und zumindest das erste Fahrwerk aktiv drehbar und angetrieben ausgeführt ist. Dadurch kann verhindert werden, dass bei Fortbewegung im gekoppelten Zustand das am stärksten belastete Fahrwerk durch passive Bewegung am Untergrund reibt und dadurch hoher Verschleiß auftritt. Dies erhöht nicht nur die Lebensdauer der Vorrichtung, sondern verbessert auch dessen Energieeffizienz. Dabei können auch die zweiten Fahrwerke angetrieben und aktiv drehbar ausgeführt sein, oder passiv als Rolle wirken. Da die weitere Entfernung vom Container im Koppelungszustand die zweiten Fahrwerke durch den schweren Container weniger belastet werden, ist das Risiko von Verschleiß durch Reibung geringer als bei den ersten Fahrwerken. Zusätzlich ist die Übertragung des Drehmoments von den stärker belasteten ersten Fahrwerken auf den Untergrund besser als bei den weniger belasteten zweiten Fahrwerken. Es kann sogar vorgesehen sein, dass es bei der Kopplung oder beim Anheben des Containers zu einem leichten Kippen des Transportroboters in Richtung des Containers kommt, wodurch das zweite Fahrwerk weiter entlastet oder gar vom Untergrund abgehoben wird. Dadurch wird das Auftreten von Verschleiß bei passiver Ausführung weiter verringert.

Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Fahrwerk zumindest zwei Antriebsräder mit jeweils eigenen Radantrieben aufweist. Damit ist die Beweglichkeit weiter verbessert und durch Antreiben der Räder mit unterschiedlichen Drehmomenten können Drehbewegungen eingeleitet werden.

Besonders vorteilhaft ist, wenn zumindest ein Radantrieb einen Elektromotor oder einen Hydraulikmotor, der mit einem Getriebe ausgeführt sein kann, aufweist. Diese stellen besonders einfache und energieeffiziente Ausführungen dar.

Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Fahrwerk einen Führungsring und eine, um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse schwenkbare Radabstützung, aufweist, und dass an der Radabstützung zwei um eine gemeinsame Antriebsrädere Drehachse drehbare Antriebsräder angeordnet sind. Dadurch kann die Drehachse der Antriebsräder leicht verdreht werden und so die Bewegungsrichtung verändert werden. Dabei kann die Radabstützung im Führungsring zumindest teilweise angeordnet sein.

Besonders vorteilhaft ist, wenn im Führungsring ein Drehring um die Hauptdrehachse schwenkbar gelagert ist und die Radabstützung über mindestens ein Pendellager um eine zur Hauptdrehachse im Wesentlichen senkrecht angeordnete Pendelachse schwenkbar gelagert ist. Dadurch kann die Antriebseinheit Unebenheiten oder Hindernisse am Untergrund ausgleichen und so ein sicheres und schnelles Fahren ermöglichen.

Dahingehend ist es besonders vorteilhaft, wenn ein maximaler Pendelwinkel des Pendellagers  $\pm 15^\circ$ , vorzugsweise  $\pm 5^\circ$  beträgt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zumindest eine Antriebseinheit als nicht angetriebenes, nachlaufendes Stützrad ausgeführt ist. Dadurch wird eine zusätzliche Verbindung zum Untergrund ermöglicht.

Um eine kompakte Ausführung zu ermöglichen kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit in eine Bodeneinheit integriert ist.

Besonders vorteilhaft ist, wenn der Transportroboter zumindest einen Sensor zur Bestimmung des Standortes, Wahrnehmung der Umgebung oder des Zustandes des Transportroboters oder anderer Transportroboter aufweist. Solche Sensoren liefern dem Transportroboter Informationen über seinen eigenen Zustand sowie dessen Umgebung. Diese Informationen kann er über die Kommunikationseinheit übertragen und so Lagervorgänge mit anderen Transporteinheiten planen, koordinieren, Hindernissen ausweichen, etc. Dabei können auch Sensoren anderer Art vorgesehen sein.

Zur ausreichenden Energieversorgung kann innerhalb einer Einhausung ein Energiespeicher vorgesehen sein. Dadurch wird dieser geschützt. Es können Auflademechanismen beispielsweise durch für den Transportroboter anfahrbare Aufladeterminale vorgesehen sein.

Weiters ist vorteilhaft, wenn zumindest ein erstes Fahrwerk, welches in einem Koppelungszustand mit dem Container nahe an der dem Container zugewandten Seite des Transportroboters angeordnet ist, aktiv angetrieben und drehbar ist. Dadurch kann der Verschleiß verringert werden.

Es kann vorteilhaft sein, wenn die Transportroboter mittels GPS, Laserscanner und/oder anderer Einrichtungen navigieren. Dadurch ist eine möglichst autarke Navigation möglich. Entsprechende GPS-Module oder Laserscanner sollten in geeigneter Weise dafür vorgesehen werden.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Transportroboter Hindernisse der Umgebung erkennen und diese in ihre Berechnung eines Fahrplans einbeziehen. Dadurch kann trotz Hindernissen der optimale Fahrweg bestimmt werden. Der Fahrplan kann nicht nur die Fahrrouten, sondern beispielsweise auch Zeitpläne oder Reihenfolgen für Transportvorgänge beinhalten. Dabei kann auch vorgesehen sein, einen Transport zur Hälfte auszuführen, dann zu warten, bis ein anderer Transport bis zu einem bestimmten Punkt fortgeschritten ist und danach den ersten Transport weiterzuführen. Insbesondere wenn mehr als zwei Transportroboter in der Transportanordnung vorgesehen sind, und/oder wenn mehrere Container auf unvorteilhafte Weise angeordnet sind, beispielsweise sehr eng aneinander stehen, kann dies vorteilhaft sein.

Vorteilhaft ist auch, wenn während des Transports des Containers durchgehend ein Hubkraftmoment auf die Hubkraftmoment-Abstützung wirkt. Dadurch wird die Verbindung zwischen Transportroboter und Container automatisch fixiert und es muss der Container nicht auf eine Oberfläche des Transportroboters abgelegt werden. Somit wird der Bewegungsablauf verkürzt und ein schnellerer Transport ist möglich.

Es kann vorgesehen sein, dass die Transportroboter durch die Steuerung der Drehzahlen von zumindest einer Antriebseinheit ihre Bewegungsrichtung und -

geschwindigkeit steuern. Dadurch wird auf einfache Art der Bewegungsweg bestimmt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Transportanordnung in einer Ausführungsform mit zwei Transportrobotern im Abstand von einem am Boden abgestellten zu transportierenden Container in Seitenansicht;

Fig. 2 die Transportroboter aus Fig. 1 in einem Koppelungszustand mit einem vom Boden angehobenen Container in Seitenansicht;

Fig. 3 das Detail C von Fig. 2 in einer vergrößerten Darstellung;

Fig. 4 die Transportroboter ohne Container in Seitenansicht;

Fig. 5 die zwei Transportroboter ohne Container in Draufsicht;

Fig. 6 einen der Transportroboter in rückwärtiger Ansicht;

Fig. 7 eine Detailansicht A von Fig. 1 in einer Ansicht von unten;

Fig. 8 die zwei Transportroboter ohne Container in Schrägansicht von unten;

Fig. 9 ein Hub- und Transportroboter ohne Container in Schrägansicht von vorne;

Fig. 10 zwei Hub- und Transportroboter mit Container in perspektivischer Ansicht;

Fig. 11 Detailansicht A von Fig. 1 in perspektivischer Darstellung von unten;

Fig. 12 ein Detail eines Transportroboters und des Containers in perspektivischer Darstellung von unten;

Fig. 13 ein Fahrwerk in perspektivischer Darstellung im Viertelschnitt.

Die in den Figuren gezeigte Ausführungsform weist nur zwei gleich ausgeführte Transportroboter 1, 1a auf. Die Fig. 1 zeigt diese Transportroboter 1, 1a, angeordnet in einem Abstand an den Stirnseiten 2d eines am Boden stehenden Containers 2 mit den unteren Containerrecken 2a. Die Transportroboter 1, 1a können sich an die Stirnseiten 2d des Containers 2 annähern und an ihm koppeln. Die Fig. 2 zeigt die beiden zusammenwirkenden erfindungsgemäßen Transportroboter 1, 1a gekoppelt und verriegelt mit dem Container 2 in angehobenem Zustand, wobei die Hubhöhe des Containers zum Boden während des Transportes ca. 50 – 500 mm, vorzugsweise 100 bis 200 mm beträgt.

Die Fig. 3 zeigt im Detail C von Fig. 2 den Transportroboter 1, mit einer Einhausung 10, einer höhenverstellbaren Hubvorrichtung 3, einer darauf angeordneten Containerrecken-Verriegelung 5 und Hubkraftmoment-Abstützung 4, im verriegelten und damit gekoppelten Zustand mit dem Container 2 und dessen Stirnseite 2d. Im verriegelten Zustand bewirkt das Gewicht des Containers 2 in der Containerrecken-Verriegelung 5 im Abstand X von einer vertikalen Drehachse 17a eine anteilig wirkende Last F5 und erzeugt ein Kipp-Moment, dem die Hubkraftmoment-Abstützung 4 durch die Abstützkraft F4 im Abstand Y entgegenwirkt, wobei sich die Hubkraftmoment-Abstützung 4 an der Stirnseite 2d abstützt. Dadurch ergibt sich eine feste und stabile Verbindung. Eine nicht dargestellte Kommunikationseinheit ist im Inneren der Einhausung 10 angeordnet. Die dargestellte Ausführungsform ist dazu bestimmt, mit den unteren Containerrecken 2a zu koppeln. In alternativen Ausführungsformen kann auch vorgesehen sein, dass sie mit den oberen Containerrecken koppeln. Dazu wäre die Hubkraftmoment-Abstützung 4 entsprechend nicht zum Anliegen auf der Stirnseite 2d, sondern beispielsweise auf der Oberseite des Containers 2 auszuführen.

Die Fig. 4 zeigt die beiden zusammenwirkenden erfindungsgemäßen Transportroboter 1 und 1a, die identisch aufgebaut sind und eine Hubvorrichtung 3, eine Containerrecken-Verriegelung 5, eine Hubkraftmoment-Abstützung 4 und eine Einhausung 10 aufweisen.

Die Fig. 5 zeigt die beiden zusammenwirkenden erfindungsgemäßen Transportroboter 1 und 1a, die identisch aufgebaut sind, und mit der Hubvorrichtung 3, der Containerrecken-Verriegelung 5 und 5a, der Hubkraftmoment-Abstützung 4 und 4a, der seitlichen Quer-

Verriegelungsvorrichtung 6 und 6a, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7 und 7a, sowie der Einhausung 10 ausgeführt sind.

Die Fig. 6 zeigt den einen erfindungsgemäßen Hub- und Transportroboter 1 von der Rückseite, mit zwei ersten Fahrwerken 8, und 8b sowie einem zweiten Fahrwerk 8a, der Bodeneinheit 9, der Einhausung 10 und den als Laserscanner ausgeführten Sensoren 13 und 13a. Dabei sind alle Fahrwerke 8, 8a, und 8b gleich und aktiv angetrieben und drehbar ausgeführt. Dies ist besonders vorteilhaft, da so die Gefahr von Verschleiß besonders klein ist und durch die einheitliche Bauweise Kosten gespart werden können.

Die Fig. 7 zeigt den erfindungsgemäßen Hub- und Transportroboter 1 mit dem Container 2 gemäß Detail A von Fig. 1 in der Ansicht von unten, mit der Hubvorrichtung 3, den Containerecken 2a, der Containerecken-Verriegelung 5 und 5a, der seitlichen Quer-Verriegelungsvorrichtung 6 und 6a, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7 und 7a, mit drei Fahrwerken 8, 8a und 8b, die relativ zueinander und unabhängig voneinander um einen Schwenkwinkel 17b um eine im Wesentlichen vertikale Achse geschwenkt werden können, und einer Bodeneinheit 9, in die die Fahrwerke 8, 8a, 8b integriert sind. Die ersten Fahrwerke 8, 8b sind nahe der dem Container zugewandten Seite und damit nahe einer Verbindungsfläche angeordnet, wobei sie sich auf gleicher Höhe befinden. Das zweite Fahrwerk 8a hingegen ist weiter von der dem Container zugewandten Seite angeordnet. Damit werden die ersten Fahrwerke 8, 8b bei der Koppelung und beim Aufheben des Containers 2 stärker gewichtsbelastet als das zweite Fahrwerk 8a.

Die Fig. 8 zeigt die beiden zusammenwirkenden erfindungsgemäßen Transportroboter 1 und 1a, die identisch aufgebaut sind, ohne Container 2 in Schrägansicht von unten, jeweils ausgeführt mit der Hubvorrichtung 3, der Containerecken-Verriegelung 5 und 5a, der seitlichen Quer-Verriegelungsvorrichtung 6 und 6a, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7 und 7a, den Fahrwerken 8, 8a und 8b, der Bodeneinheit 9 und der Einhausung 10.

Die Fig. 9 zeigt den erfindungsgemäßen Transportroboter 1 in Schrägansicht von vorne oben, mit der Hubvorrichtung 3, die gemäß Heberichtung 3a vertikal auf-/abwärts bewegt werden kann, der Containerecken-Verriegelung 5 und 5a, die in

einer weiteren Ausführungsvariante mittels der Breitenverstellung durch eine Verfahrung entlang einer Verfahrrichtung 5b entlang einer horizontalen Querachse der Transportvorrichtung 1,1a an unterschiedliche Containerbreiten angepasst werden kann, der seitlichen Quer-Verriegelungsvorrichtung 6 und 6a, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7 und 7a und der Einhausung 10. Dabei kann in einer alternativen Ausführungsform auch vorgesehen sein, dass durch das Verfahren entlang der Verfahrrichtung 5b die Quer-Verriegelungsvorrichtung 6, 6a mit einem Container 2 verbunden wird, das Verfahren also zumindest einen Teil des Koppelungsvorgangs darstellt.

Die Fig. 10 zeigt die beiden zusammenwirkenden erfindungsgemäßen Transportroboter 1 und 1a, die identisch aufgebaut sind, in einem Abstand zu dem am Boden stehenden Container 2 mit den unteren Containerrecken 2a, die mit den Verriegelungsöffnungen in Querrichtung 2b und in Längsrichtung 2c ausgeführt sind, in perspektivischer Darstellung.

Die Fig. 11 zeigt eine Detailansicht A von Fig. 1 in Schrägansicht von unten, mit dem erfindungsgemäßen Transportroboter 1, mit der Hubvorrichtung 3, der Containerrecken-Verriegelung 5 und 5a, der seitlichen Quer-Verriegelungsvorrichtung 6 und 6a, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7 und 7a, den Fahrwerken 8, 8a und 8b, der Bodeneinheit 9 und dem Container 2, mit den Containerrecken 2a.

Die Fig. 12 zeigt eine Detailansicht B von Fig. 11 in perspektivischer Ansicht von unten, mit dem erfindungsgemäßen Transportroboter 1, mit der Hubvorrichtung 3, der Containerrecken-Verriegelung 5, der seitlichen Quer-Verriegelungsvorrichtung 6, der in Containerlängsrichtung wirkenden Längs-Verriegelungsvorrichtung 7, das erste Fahrwerk 8, der Bodeneinheit 9 und dem Container 2, mit den Containerrecken 2a, die mit den Verriegelungsöffnungen in Querrichtung 2b und in Längsrichtung 2c ausgeführt sind.

Die Fig. 13 zeigt im Viertelschnitt eines der ident aufgebauten Fahrwerke 8, 8a, 8b, bestehend aus zwei Antriebsrädern 11 und 11a, einer Radachse 14 mit einer Antriebsräderradhachse 14a, zwei an jedem Antriebsrad 11, 11a einzeln zugeordneten Radantrieb 12, einer Radabstützung 15 mit einer Pendellagerung 18, die eine im Wesentlichen senkrecht auf die Antriebsräderradhachse wirkende Pendelachse 18a bildet und einen Pendelwinkel 18b zum Ausgleich von

Bodenunebenheiten ermöglicht, wobei der maximale Pendelwinkel ca.  $\pm 15^\circ$ , vorzugsweise  $\pm 5^\circ$  in Bezug auf die horizontale Fahrbahnebene beträgt, einer Drehlagerung 17, die eine im Wesentlichen senkrecht zur Fahrbahnebene ausgerichtete Drehachse 17a bildet und die Antriebsräder 11, 11a um diese vertikale Drehachse 17a eine Drehbewegung 17b ausführen können von ca.  $\pm 360^\circ$ , vorzugsweise  $\pm 180^\circ$ .

Jeder erfindungsgemäße Transportroboter 1, 1a ist hochagil und präzise steuerbar und zum automatisierten Fahren, Andocken und Befördern entlang beliebiger Bahnkurven in der Ebene mit einem omnidirektionalen Antriebssystem durch drei Fahrwerke 8, 8a, 8b ausgerüstet. Sie können zu diesem Zwecke an einen Container 2 andocken und diesen sicher aufnehmen, fixieren, vom Boden anheben und auf den Boden ablegen.

Die Transportroboter 1, 1a besitzen neben der Containerrechen-Verriegelung 5, 5a, und der Hubkraftmoment-Abstützung 4, 4a an der Hubvorrichtung 3 (im verriegelten Zustand bewirkt das Gewicht des Containers 2 in der Containerrechen-Verriegelung 5 im Abstand X von der vertikalen Drehachse 17a eine anteilig wirkende Last  $F_5$  und erzeugt ein Kipp-Moment, dem die Hubkraftmoment-Abstützung 4 durch die Abstützkraft  $F_4$  im Abstand Y entgegenwirkt, wobei sich die Hubkraftmoment-Abstützung 4 an der Container-Stirnseite 2d abstützt) über Sicherheits-, Navigations- und Überwachungssensoren 13, 13a. Über eine in dem Transportroboter 1, 1a eingebaute, von der Einhausung 10 geschützte Kommunikationseinheit 19 ist eine sichere Kommunikation für den koordinierten Betrieb der beiden Einheiten zwischen den Transportrobotern 1,1a möglich. Dabei können die Transportroboter 1, 1a beispielsweise von einer nicht dargestellten Steuerzentrale Umlagerungsaufträge entgegennehmen oder Informationen an diese bereitstellen. Sie können auch untereinander kommunizieren, um so die Kopplungsvorgänge mit dem Container 2 zu synchronisieren. Insbesondere das gemeinsame Aufheben des Containers 2 durch die Synchronisierung ist erwünscht.

Die Hubvorrichtung 3 kann plattenförmig aufgebaut sein und erstreckt sich im Wesentlichen über die gesamte Seite des Transportroboters 1, 1a und weist zwei Containerrechen-Verriegelungen 5, 5a und zwei Hubkraftmoment-Abstützungen 4, 4a auf. Sie ist an der Seite zugewandt, die bei Koppelung mit einem Container 2 dem Container 2 zugewandt ist. Damit stellt sie die Verbindungsfläche dar, auch

wenn sie nicht direkt, sondern nur indirekt über die zwei Containerecken-Verriegelungen 5, 5a und zwei Hubkraftmoment-Abstützungen 4, 4a mit dem Container in Berührung kommt. Damit wird auch die bei Koppelung dem Container zugewandte Seite definiert.

Die Containerecken-Verriegelung 5, 5a, weist eine seitlich wirkende Quer-Verriegelungsvorrichtung 6, 6a und eine in Containerlängsrichtung wirkende Längs-Verriegelungsvorrichtung 7, 7a auf, wobei beide als Verbindungsstifte oder Zapfen ausgeführt sind. Diese können bei Zusammenführung mit dem Container 2 in die Quer-Gegenstücke 2b, bzw. in die Längs-Gegenstücke 2c eingreifen und so eine stabile Verbindung ermöglichen (die Quer-Gegenstücke 2b und die Längs-Gegenstücke 2c sind als längliche Öffnungen ausgeführt). Dabei ist in der dargestellten Ausführungsform vorgesehen, dass die Längs-Verriegelungsvorrichtung 7, 7a mit der Containerecken-Verriegelung 5, 5a starr verbunden, vorzugsweise einstückig ausgeführt ist, während die Quer-Verriegelungsvorrichtung 6, 6a in eine an der Innenseite – die dem Container bei der Koppelung zugewandten Seite - der Containerecken-Verriegelung 5, 5a herausstehenden geschlossene Stellung und in eine an der Innenseite nicht herausstehenden offene Stellung gebracht werden kann. Dadurch ist es nicht notwendig, dass ein Teil der Transportroboter 1,1a unterhalb des Containers 2 angeordnet wird. In der in Fig. 5, 7, 8, 9, 11 und 12 gezeigten offenen Stellung kann bei Annäherung des Transportroboters 1,1a an die Stirnseite 2d die als Winkel ausgeführte Containerecken-Verriegelung 5, 5a mit beiden Schenkel an der Containerecke 2a anlegen. Dabei wird gleichzeitig die Längs-Verriegelungsvorrichtung 7, 7a in die dafür vorgesehene Verriegelungsöffnung in Längsrichtung 2c eingeführt. In einem weiteren Schritt wird die Quer-Verriegelungsvorrichtung 6, 6a in die geschlossene Stellung gebracht, und damit in die Verriegelungsöffnung in Querrichtung 2b eingeführt (dies kann automatisch oder händisch erfolgen). Damit ist der Transportroboter 1, 1a mit dem Container 2 verbunden und in einen Koppelungszustand gebracht. Sind beide Transporteinheiten mit dem Container 2 gekoppelt, so kann dieser aufgehoben (wie in Fig. 2) und transportiert werden. Während dieses Prozesses befinden sich die Transportroboter 1,1a außerhalb des Grundrisses des Containers 2. Spätestens beim Aufheben legen sich dabei die Hubkraftmoment-Abstützungen 4, 4a an den Stirnflächen 2a an und eine verstärkte Verriegelung wird eingegangen und ein Kippen der Transportroboter 1,1a verhindert.

Ist das Abstellen des Containers 2 gewünscht, so wird dieser zuerst wieder abgesenkt und auf den Untergrund abgelegt. Danach kann der beschriebene Koppelungsvorgang in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden, um so eine Entkoppelung zu erreichen. Damit werden die Transportroboter 1,1a wieder frei und bereit für weitere Transportvorgänge.

Die omnidirektionalen Fahrwerke 8, 8a, 8b sind vorzugsweise in die Bodeneinheit 9 integriert und bestehen je aus zwei unabhängig voneinander angetriebenen Antriebsrädern 11, 11a, der Radachse 14, die die Antriebsräderdrehachse 14a bildet, einem für jedes Antriebsrad 11 und 11a unabhängigen Radantrieb 12, einer Radabstützung 15 mit der Pendellagerung 18, die eine Pendelachse 18a bildet, damit die beiden Antriebsräder 11, 11a um den Pendelwinkel 18b auslenken und Bodenunebenheiten ausgleichen können, einer Drehlagerung 17, die eine im Wesentlichen senkrecht zur Fahrbahnebene ausgerichtete Drehachse 17a bildet und die Antriebsräder um diese Drehachse eine Drehbewegung 17b ausführen können, und derart die Richtung der Fahrtbewegung bestimmen. Aus der individuellen Drehzahl und dem Durchmesser der Antriebsräder 11, 11a ergibt sich eine Umfangsgeschwindigkeit, mit der die Antriebsräder auf der Fahrbahnebene abrollen und die Drehrichtung ergibt die Bewegungsrichtung, sodass derart die Fahrtgeschwindigkeit und Richtung definiert werden. Die Radantriebe 12 sind als elektrische Motoren ohne Getriebe ausgeführt. Bei gleicher Drehzahl und gleicher Drehrichtung fährt das Fahrwerk 8, 8a, 8b geradeaus, bei gleicher Drehzahl und gegenläufiger Drehrichtung rotieren die Antriebsräder um die Drehachse 17a am Stand, bei ungleicher Drehzahl und gleicher Drehrichtung wird eine Kurvenfahrt ausgeführt, wobei der Fahrweg exakt einem definierten Bewegungspfad ohne Reversieren folgen kann. Für die Navigation und für den sicheren autonomen Betrieb sind Sensoren (beispielsweise Laserscanner, Radar) 13 und 13a vorgesehen, die eine 360° Rundumsicht in der Ebene ermöglichen.

Die Energieversorgung erfolgt vorzugsweise elektrisch, wobei zur Speicherung der elektrischen Energie dem Stand der Technik entsprechende Akkumulatoren Verwendung finden, die gleichzeitig im Belastungsbetrieb auch aufgeladen werden können. Der Ladevorgang erfolgt berührungsfrei oder mittels Kontakte.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Transportanordnung für den Transport von Containern (2) mit zumindest zwei Transportrobotern (1, 1a), die dazu ausgebildet sind, einen Container (2) gemeinsam anzuheben und zu transportieren, wobei die Transportroboter (1, 1a) zumindest eine Kommunikationseinheit zur Kommunikation untereinander, zumindest eine Containerrechen-Verriegelung (5, 5a), zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung (4, 4a) und zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) mit einem Radantrieb (12) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b) zumindest je ein mit dem Radantrieb (12) verbundenes Antriebsrad (11, 11a), aufweisen, deren Radachse sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse (17a) schwenkbar ist.
2. Transportanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportanordnung eine Relais-Einheit zur Kommunikation mit den Kommunikationseinheiten aufweist.
3. Transportanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationseinheiten zur direkten Kommunikation untereinander ausgebildet sind.
4. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1, 1a) je zwei Containerrechen-Verriegelungen (5, 5a) und vorzugsweise je zwei Hubkraftmoment-Abstützungen (4, 4a) aufweisen.
5. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1, 1a) vertikal verschiebbare Hubvorrichtungen (3) zum vertikalen Anheben und Absenken des Containers (2) aufweisen.
6. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Containerrechen-Verriegelung (5, 5a) eine senkrecht zu einer Verbindungsfläche des Transportroboters (1, 1a) angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Längs-

Verriegelungsvorrichtung (7, 7a) zur Verbindung mit dem Container (2) aufweist.

7. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Containerecken-Verriegelung (5, 5a) eine parallel zur Verbindungsfläche angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Quer-Verriegelungsvorrichtung (6, 6a) zur Verbindung mit dem Container (2) aufweist.
8. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Containerecken-Verriegelung (5, 5a) entlang einer zur Verbindungsfläche im Wesentlichen parallelen, vorzugsweise horizontalen Querachse der Transportvorrichtung verschiebbar sind.
9. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubkraftmomentabstützung (4, 4a) an eine Container-Stirnseite (2d) des Containers (2) anlegbar ausgeführt ist.
10. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass alle Fahrwerke (8, 8a, 8b) in einem Koppelungszustand des Transportroboters (1, 1a) mit dem Container (2) außerhalb des Grundrisses des Containers (2) angeordnet sind.
11. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1,1a) zumindest ein erstes Fahrwerk (8, 8b) und zumindest ein zweites Fahrwerk (8a) aufweisen, wobei in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) das erste Fahrwerk (8, 8b) nahe an der dem Container (2) zugewandten Seite des Transportroboters (1,1a) angeordnet ist, das zweite Fahrwerk (8a) von der dem Container (2) zugewandten Seite entfernt angeordnet ist und zumindest das erste Fahrwerk (8, 8b) aktiv drehbar und angetrieben ausgeführt ist.
12. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Fahrwerk (8, 8a, 8b) zumindest zwei Antriebsräder (11, 11a) mit jeweils eigenen Radantrieben (12) aufweist.

13. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Radantrieb (12) einen Elektromotor oder einen Hydraulikmotor, vorzugsweise mit Getriebe aufweist.
14. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Fahrwerk (8, 8a, 8b) einen Führungsring (17) und eine, um die im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse (17a) schwenkbare Radabstützung (15), aufweist, und dass an der Radabstützung (15) zwei um eine gemeinsame Antriebsräderrdrehachse (14a) drehbare Antriebsräder (11, 11a) angeordnet sind.
15. Transportanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Führungsring (17) ein Drehring (16) um die Hauptdrehachse (17a) schwenkbar gelagert ist und dass die Radabstützung (15) über mindestens ein Pendellager (18) um eine zur Hauptdrehachse (17a) im Wesentlichen senkrecht angeordnete Pendelachse (18a) schwenkbar gelagert ist.
16. Transportanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein maximaler Pendelwinkel (18b) des Pendellagers (18)  $\pm 15^\circ$ , vorzugsweise  $\pm 5^\circ$  beträgt.
17. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein zweites Fahrwerk (8a) als nicht angetriebenes, nachlaufendes Stützrad ausgeführt ist.
18. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Fahrwerk (8, 8a, 8b) in eine Bodeneinheit (9) integriert ist.
19. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportroboter (1, 1a) zumindest einen Sensor zur Bestimmung des Standortes, Wahrnehmung der Umgebung oder des Zustandes des Transportroboters (1, 1a) oder anderer Transportroboter (1, 1a) aufweist.

20. Transportanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Einhausung (10) ein Energiespeicher vorgesehen ist.
21. Verfahren zum Transport von Containern mit einer Transportanordnung, wobei zumindest zwei Transportroboter (1, 1a) an gegenüberliegenden Seiten eines Containers (2) angeordnet werden, jeweils zumindest eine Containerrecken-Verriegelung (5, 5a) und zumindest eine Hubkraftmoment-Abstützung (4, 4a) der Transportroboter (1, 1a) mit dem Container (2) verbunden werden und der Container (2) vom Untergrund abgehoben wird, und wobei zumindest die zwei Transportroboter (1, 1a) miteinander kommunizieren, Daten austauschen und somit ihre Bewegungen koordinieren können, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Fahrwerke (8, 8a, 8b), aktiv angetrieben und sowohl in einem ungekoppelten Zustand als auch in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) um eine im Wesentlichen senkrechte Hauptdrehachse (17a) drehbar ist.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein erstes Fahrwerk (8, 8b), welches in einem Koppelungszustand mit dem Container (2) nahe an der dem Container (2) zugewandten Seite des Transportroboters (1, 1a) angeordnet ist, aktiv angetrieben und drehbar ist.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass während der Anordnung der Transportroboter (1, 1a) der Abstand zwischen Containerrecken-Verriegelung (5, 5a) und Container (2) verringert wird und zumindest je eine senkrecht zu einer Verbindungsfläche des Transportroboters (1, 1a) angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Längs-Verriegelungsvorrichtung (7, 7a) der Containerrecken-Verriegelung (5, 5a) mit einem vorzugsweise als Aufnahme für einen Stift ausgeführten Längs-Gegenstück des Containers (2) vor oder während der Abstandsverringering verbunden wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass während der Anordnung der Transportroboter (1, 1a) der Abstand zwischen Containerrecken-Verriegelung (5, 5a) und Container (2) verringert und eine parallel zur Verbindungsfläche angeordnete, vorzugsweise als Verriegelungsstift ausgeführte Quer-Verriegelungsvorrichtung (6, 6a) der

Containerecken-Verriegelung (5, 5a) mit einem vorzugsweise als Aufnahme für einen Stift ausgeführten Quer-Gegenstück des Containers (2) während oder nach der Abstandsverringerung verbunden wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1, 1a) mittels GPS, Laserscanner und/oder anderer Einrichtungen navigieren.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1, 1a) Hindernisse der Umgebung erkennen und diese in ihre Berechnung eines Fahrplans einbeziehen.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass während des Transports des Containers (2) durchgehend ein Hubkraftmoment auf die Hubkraftmoment-Abstützung (4, 4a) wirkt.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportroboter (1, 1a) durch die Steuerung der Drehzahlen von zumindest einem Fahrwerk (8, 8a, 8b) ihre Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit steuern.

08.02.2018  
MT

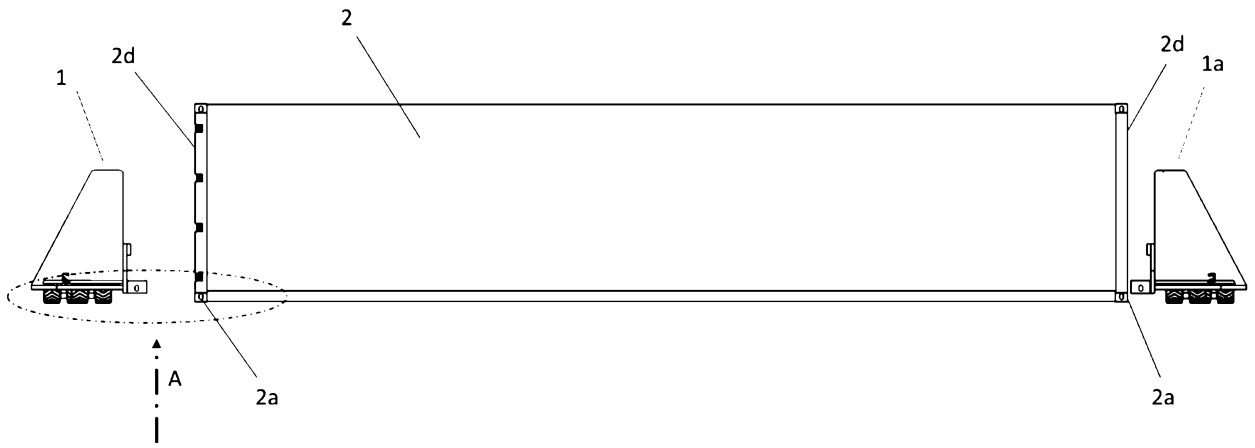


Fig. 1

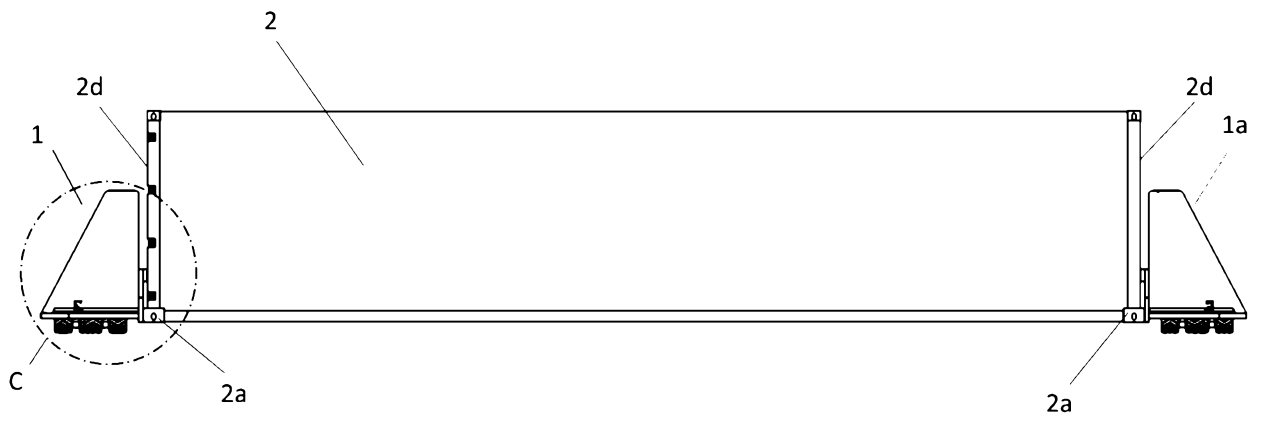


Fig. 2

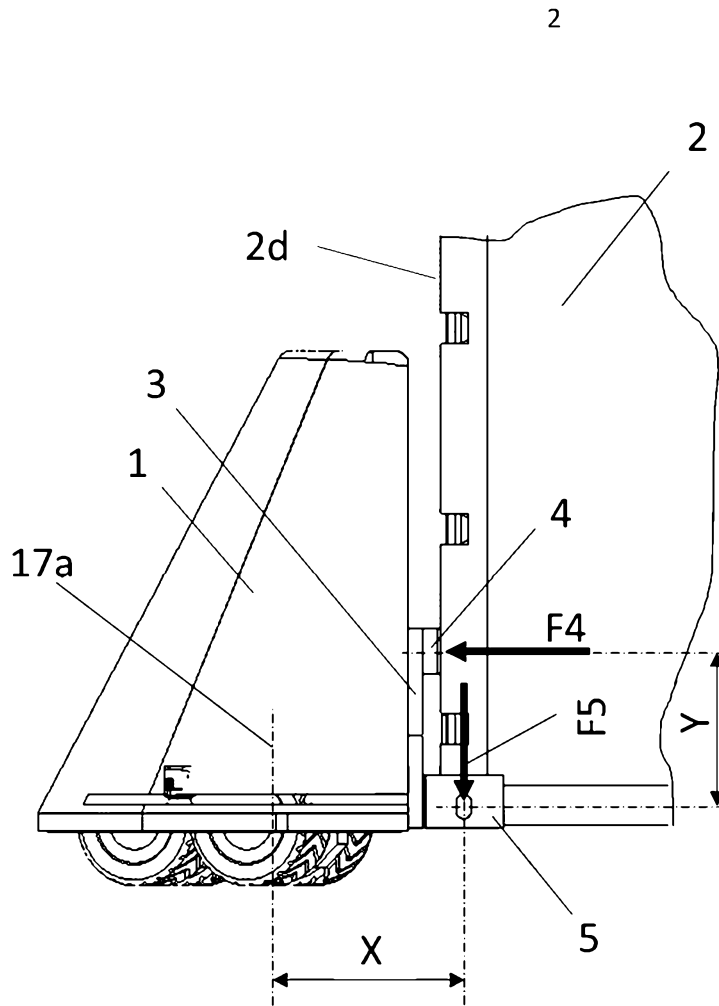


Fig. 3

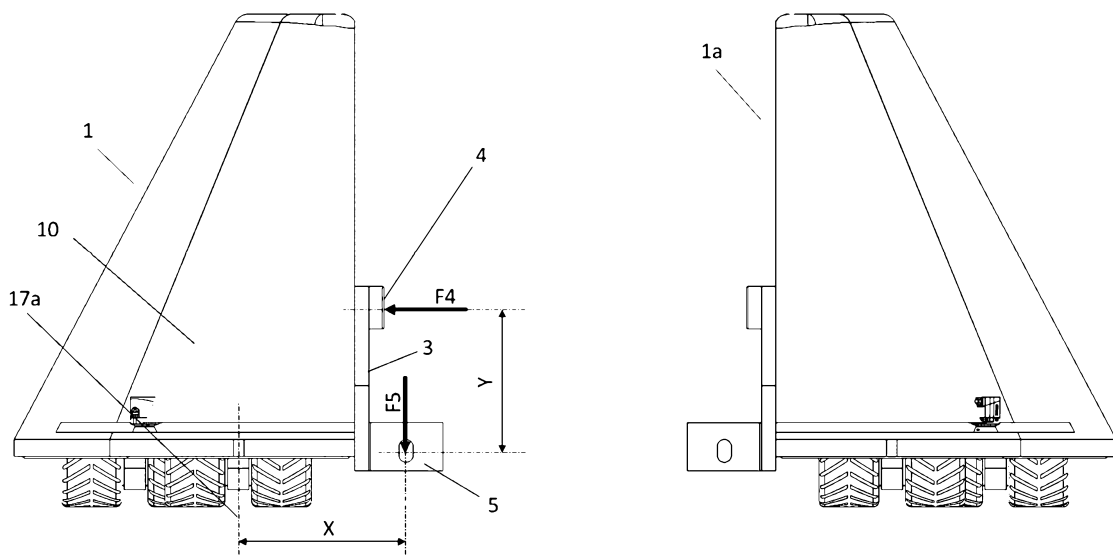


Fig. 4

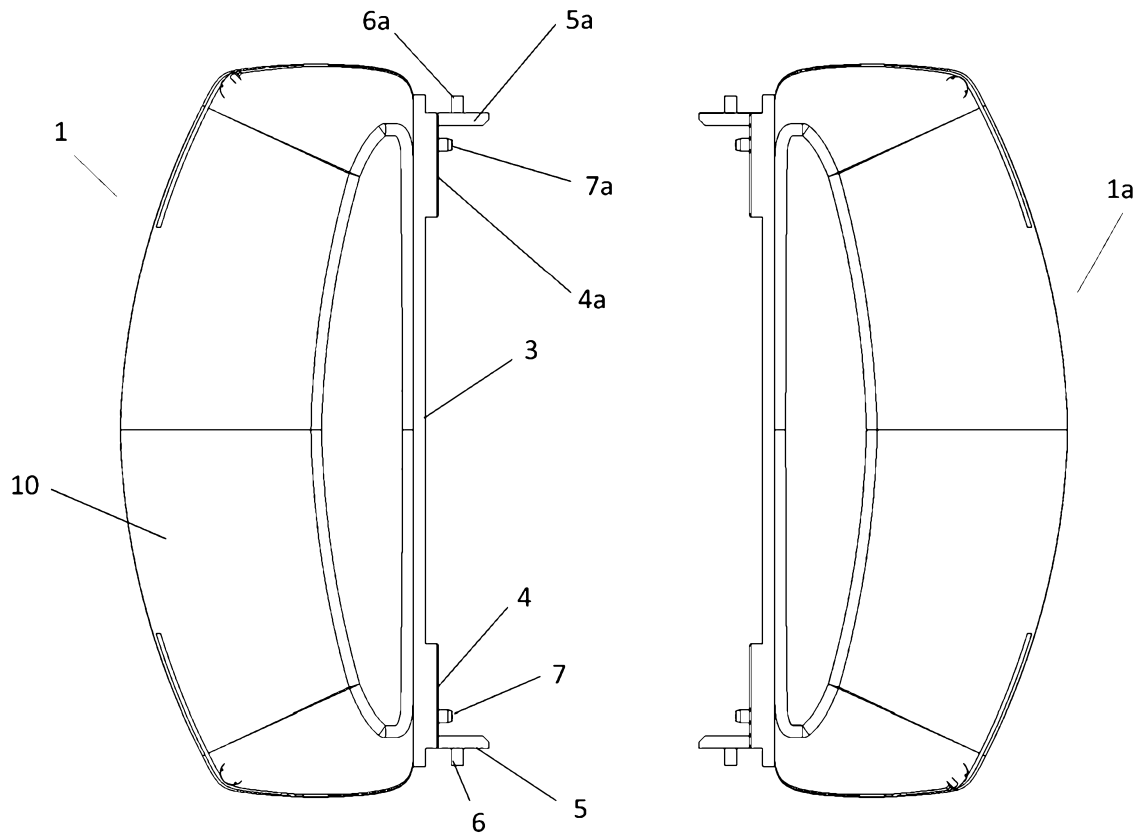


Fig. 5

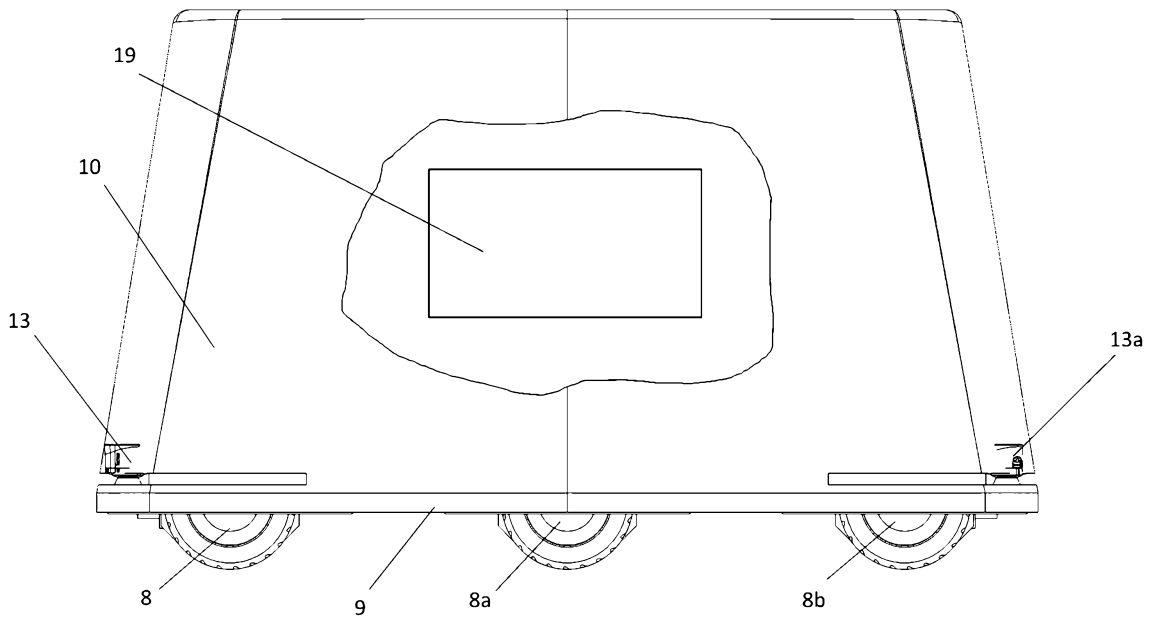


Fig. 6

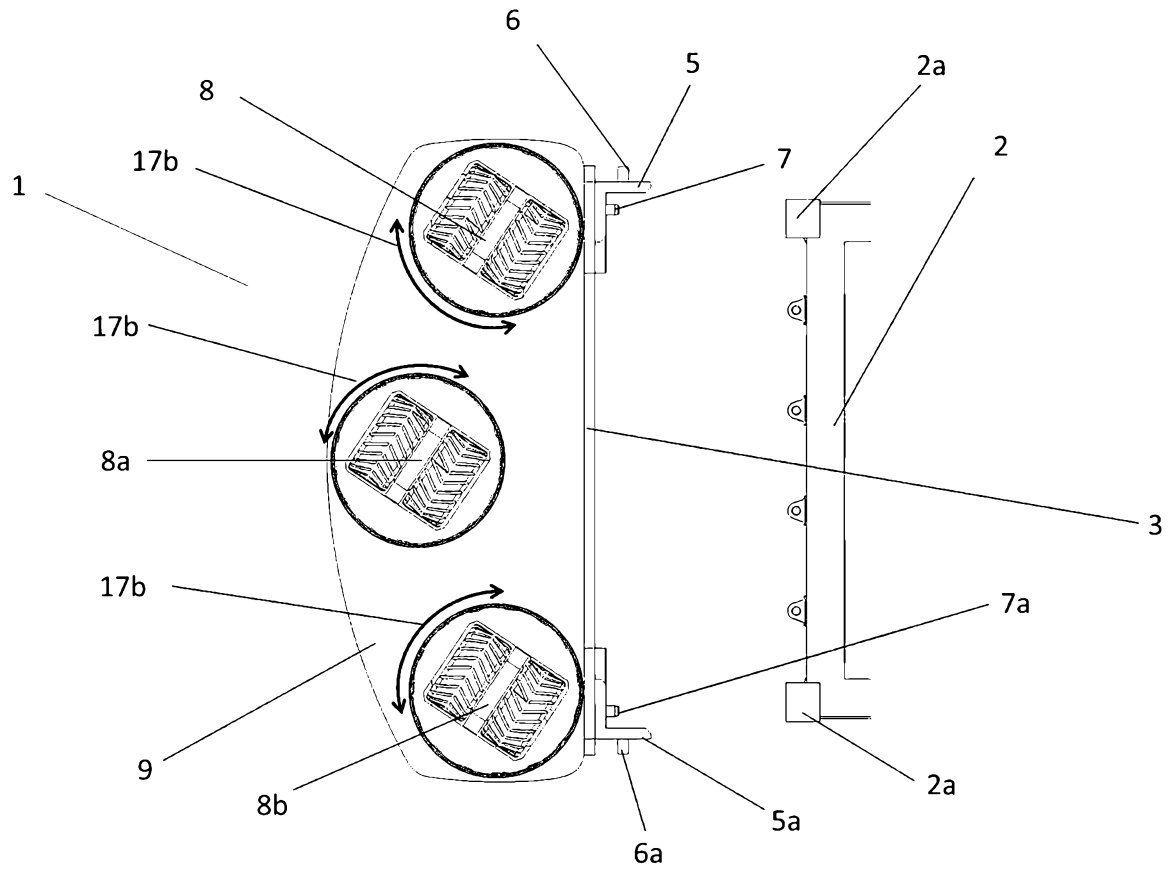


Fig. 7



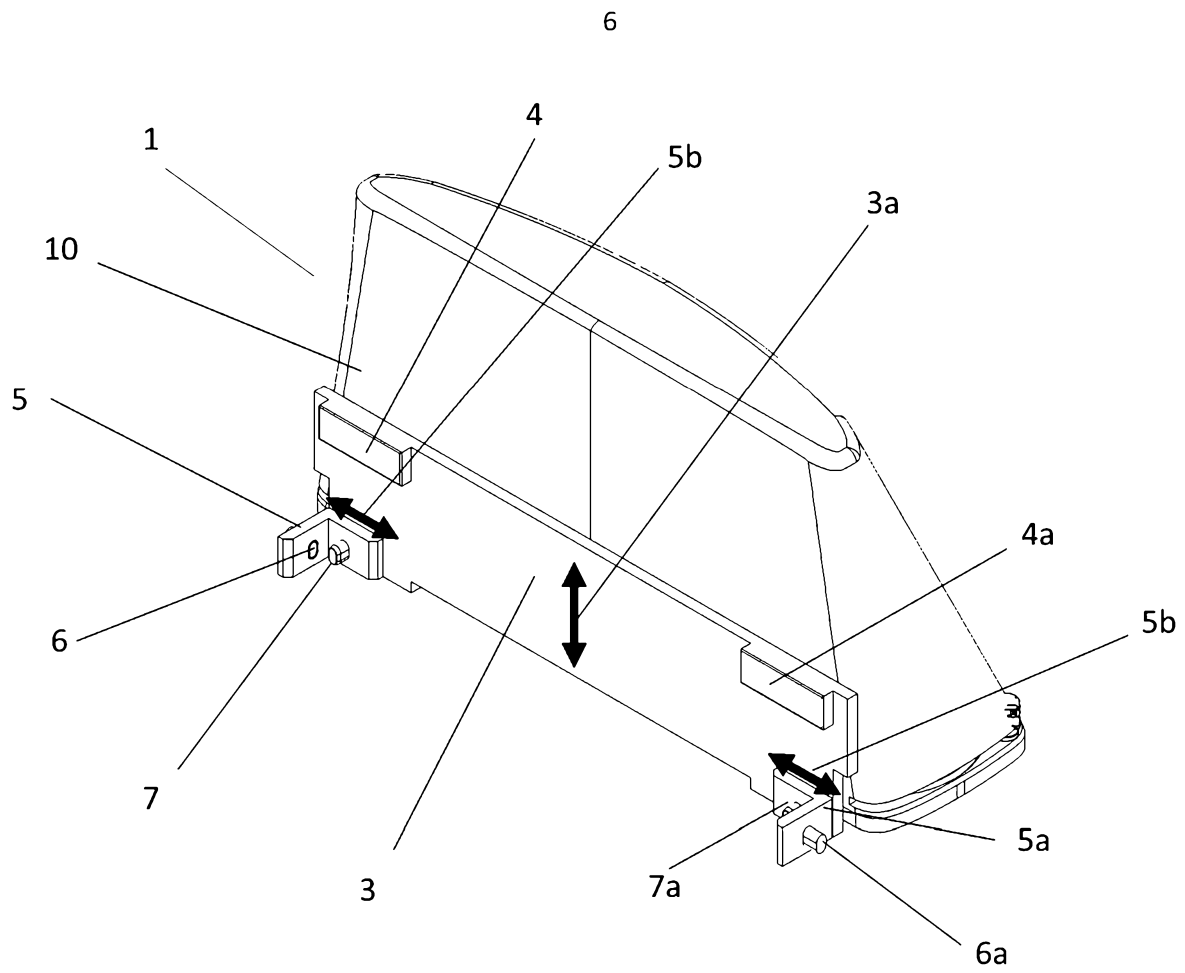


Fig. 9

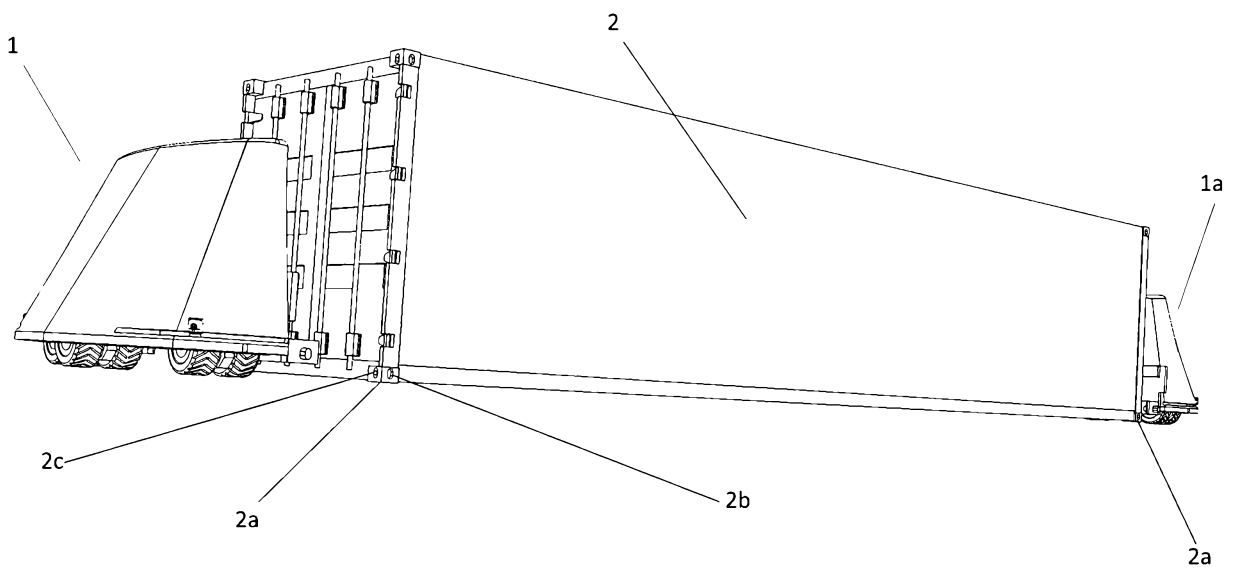


Fig. 10

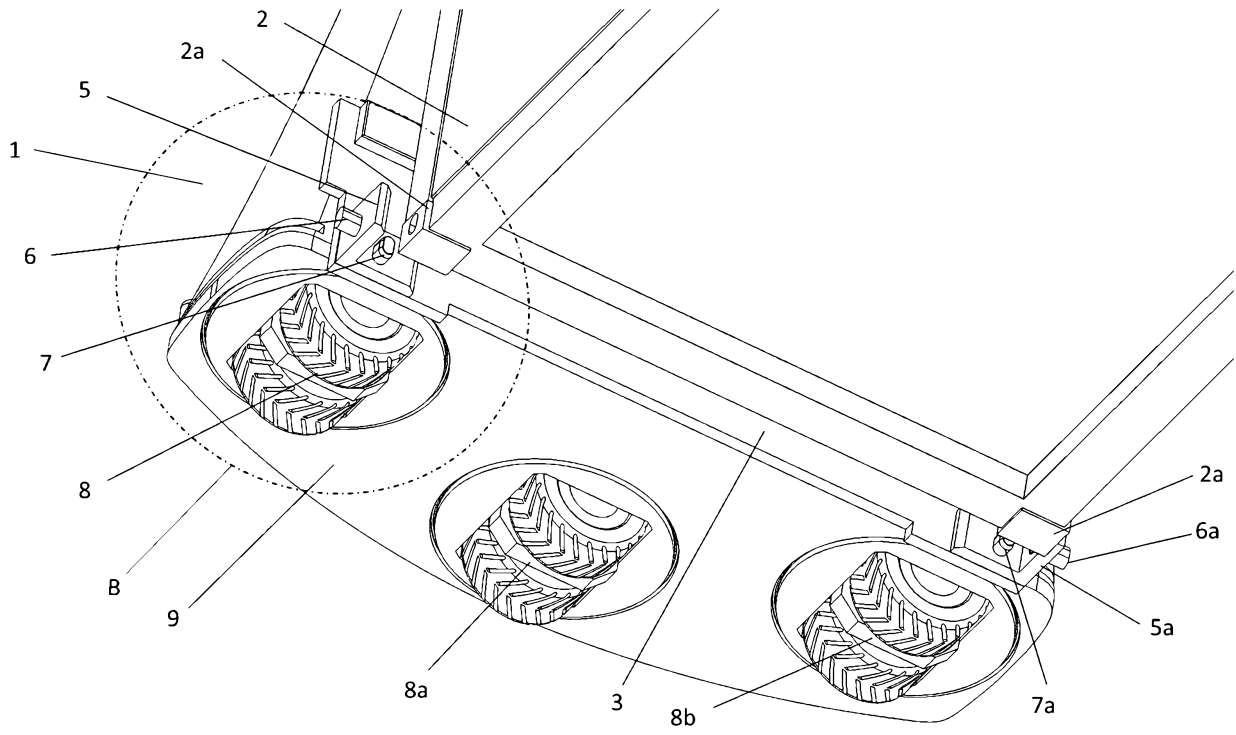


Fig. 11

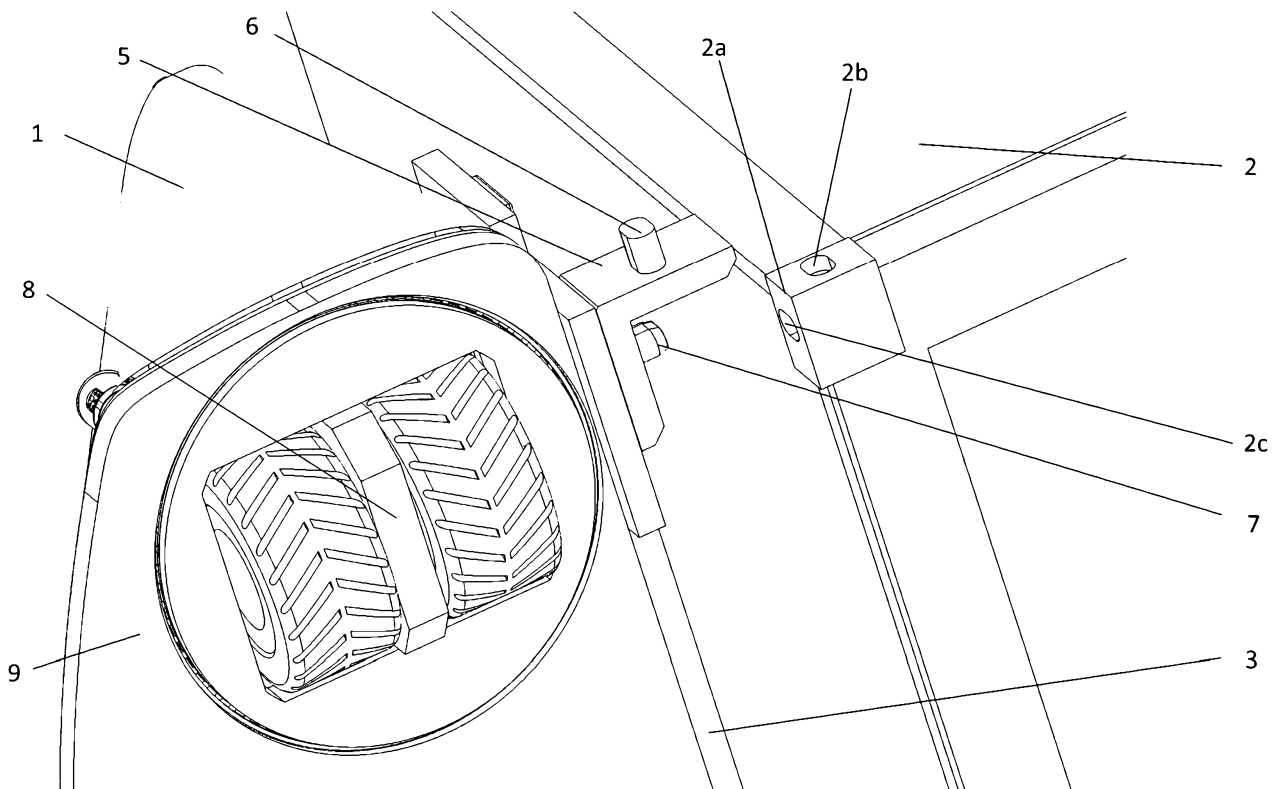


Fig. 12

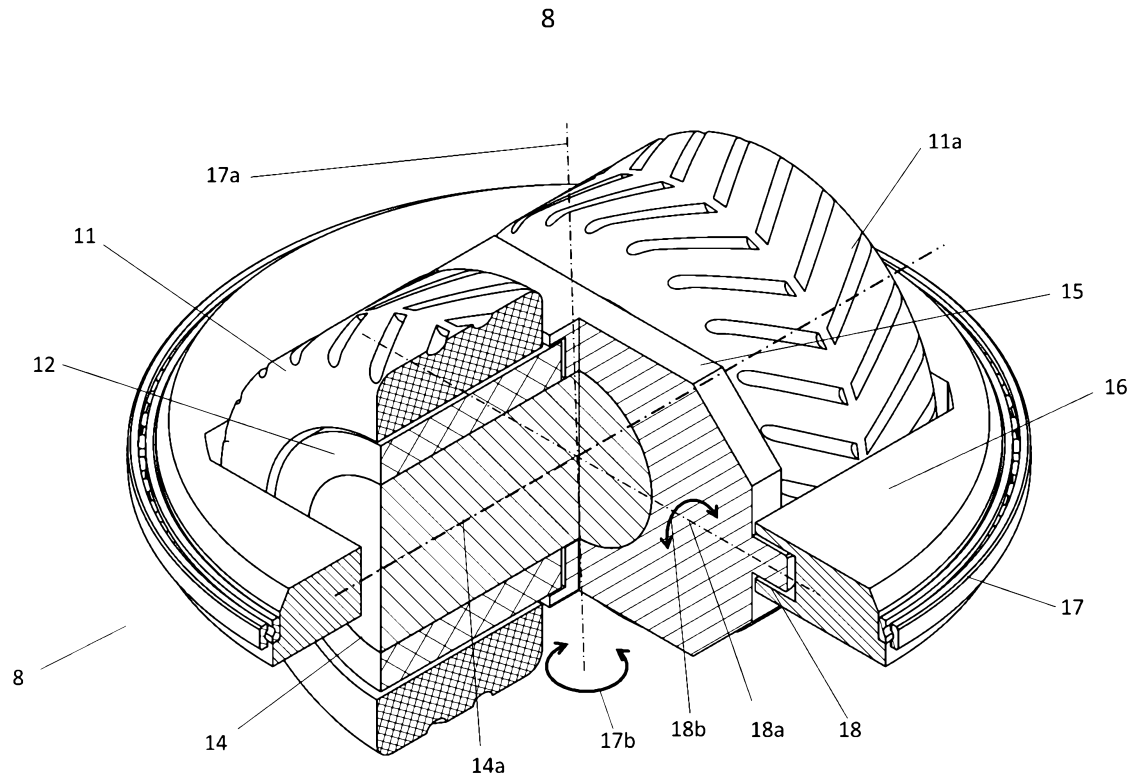


Fig. 13