



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 105 334.7**  
(22) Anmeldetag: **28.02.2020**  
(43) Offenlegungstag: **02.09.2021**

(51) Int Cl.: **B66F 9/075 (2006.01)**  
**B66F 9/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Tretyakov, Viatcheslav, 53639 Königswinter, DE**

(74) Vertreter:  
**Winter, Brandl - Partnerschaft mbB,  
Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

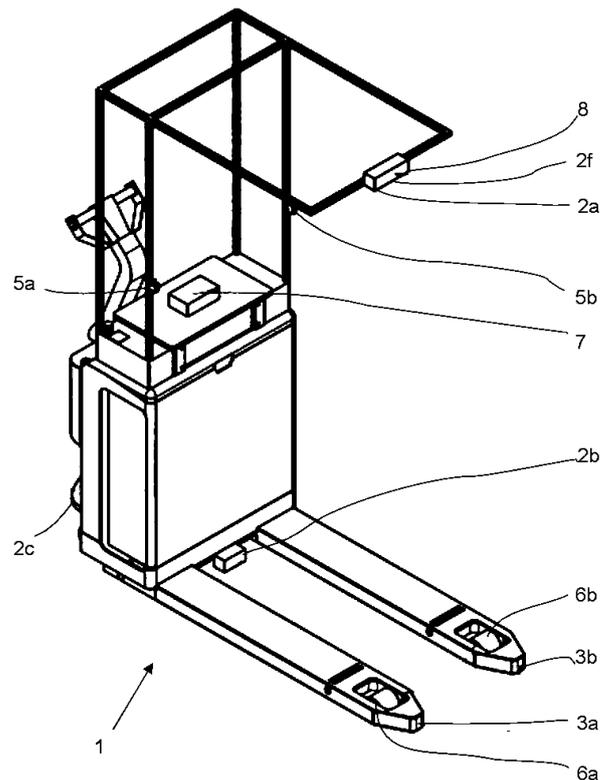
DE	10 2015 111 613	A1
DE	10 2016 222 156	A1
DE	10 2018 200 827	A1
DE	10 2018 203 440	A1
DE	20 2007 019 542	U1
US	2018 / 0 089 616	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren für ein Steuern eines fahrerlosen Transportfahrzeugs und Steuerungssystem, das angepasst ist, um das Verfahren auszuführen**

(57) Zusammenfassung: Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren für ein Steuern eines automatisch geführten Fahrzeugs (AGV, automatic guided vehicle) bzw. fahrerlosen Transportfahrzeugs, um mindestens zwei Ladungen von einem Ladungsaufnahmebereich zu einem Betriebsbereich zu transportieren, in dem die mindestens zwei Ladungen in entsprechende Ladebereiche platziert werden sollen, bereitgestellt. Dieses Verfahren kann die Schritte aufweisen: Aufnehmen einer ersten Ladung mit dem AGV in dem Ladungsaufnahmebereich, Führen des AGV mit der ersten Ladung durch Führungsmittel von dem Ladungsaufnahmebereich zu dem Betriebsbereich, Bewegen des AGV in dem Betriebsbereich, um virtuelle Grenzen in dem Betriebsbereich zu kartieren, innerhalb deren die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen platziert werden sollen, Erzeugen eines Lademusters für ein Platzieren der mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen innerhalb der virtuellen Grenzen in dem Betriebsbereich und Erzeugen von Fortbewegungslinien, auf denen sich das AGV mit jeder der mindestens zwei Ladungen fortzubewegen hat, um die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen zu platzieren, Platzieren der ersten Ladung in dem entsprechenden Ladebereich basierend auf dem erzeugten Lademuster und der erzeugten Fortbewegungslinie für die erste Ladung, Kartieren des Betriebsbereichs mit der platzierten ersten Ladung, die in dem entsprechenden Ladebereich platziert wird, und Verifizieren, ...



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich generell auf ein Materialeinladen in und -ausladen aus Lastkraftwagen oder Containern mit autonomen Gabelstaplern oder anderen autonomen Fahrzeugen, wenn ein Hineinfahren in den Lastkraftwagen von der Rückseite erforderlich ist, um das Material im Inneren des Lastkraftwagens oder Containers zu platzieren (einladen) oder dieses von dort zu entfernen (ausladen). Noch spezifischer werden ein Apparat und ein Verfahren für ein automatisiertes Beladen und Entladen von Gütern auf Paletten von Frachtlastkraftwagen oder -containern von hinten mittels fahrerloser gabelhebender Belademaschinen bereitgestellt.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Gegenwärtig existieren bereits verschiedene automatisierte und autonome Transportsysteme, die im Stande sind, Güter von einer Stelle zu einer anderen Stelle innerhalb einer Produktion oder von Speicherbereichen zu transportieren, wobei dies ein Transportieren von Gütern enthält, die auf einer Palette platziert sind. Einige dieser automatisierten Transportsysteme enthalten Gabeln, die auf der vorwärts gerichteten oder rückwärts gerichteten Seite des Fahrzeugs montiert sind, d.h. Gabelstapler. Es sind ebenfalls Gabelstapler bekannt, die im Stande sind, Güter von einer Seite oder ebenfalls von dem hinteren Eingang ins Innere eines Lastkraftwagens einzuladen oder diese zu entladen, wenn die Lastkraftwagen an Ladetoren angedockt sind. Obwohl das letztere eine Lösung bereitstellt, ist die Lösung primär für speziell entwickelte Gabelstapler gestaltet, die im Stande sind, zwei Ladungen gleichzeitig zu transportieren, und die mit Neigungs- und Seitverschiebungsmechanismen ausgestattet sind, und die Ladungen zu der Seite zu verschieben, wenn sich einzig parallel zu den Wänden fortbewegt wird. Zusätzlich beruht der präsentierte Ansatz auf den Motorstrom- oder Druckmesswertgebern, um zu messen, wann die Ladung eine andere Ladung in der Reihe oder die Vorderwandende trifft, um die Ladung zu platzieren.

**[0003]** In der Realität gibt es viele Fälle, dass Gabelstapler verwendet werden, die im Stande sind, einzig eine einzelne Ladung zu transportieren, und die keinen Neigungs- und insbesondere Verschiebungsmechanismus haben. Zudem bleiben, wenn die Ladungen nicht richtig gebildet sind und es erforderlich ist, diese eng aneinander in einer Reihe von meist mehr als zwei Ladungen zu platzieren, die Ladungen häufig stecken und erfordern diese Korrekturen. In diesem Fall würde ein Beruhen auf den Strom- oder Druckmesswertgebern dazu führen, dass Ladeaufgaben nicht vervollständigt werden. Dasselbe be-

trifft den umgekehrten Vorgang, d.h. ein Ausladen von ähnlich platzierten Gütern aus dem Lastkraftwagen von der Rückseite des Lastkraftwagens.

**[0004]** Zusätzlich zu dem oben genannten Problem gibt es eine Herausforderung, die Paletten selbst zu laden. Obwohl die Vorgänge meist manuell durchgeführt werden, erfordern sie ebenfalls Präzision und ein bestimmtes Level an Erfahrung darin, die Paletten sehr nahe aneinander zu platzieren. Ziemlich ist der Raum zwischen den Paletten auf nahezu 0 mm beschränkt, wobei die Ladungen auf den Paletten nicht perfekt gebildet sind. Dies alles erfordert spezielle Techniken, um die Paletten hineinzudrücken, und zwar oft mit einer Kraft, diese heraus- und wieder hineinzubringen.

**[0005]** Zusätzlich realisieren, wenn die Reihen nicht von Anfang an richtig gebildet sind, die Gabelstaplerbediener bzw. Gabelstaplerfahrer dies sehr spät, wenn fast alle reingebildet sind und die letzte Reihe nicht passt. In Folge dessen ist es nicht möglich, die Türe zu schließen. In diesem Fall muss die gesamte Ladung entfernt und neu in dem Lastwagen oder Container platziert werden.

**[0006]** Zu der gegenwärtigen Zeit wird in den meisten der Produktions- oder Logistikeinrichtungen ein Einladen von Gütern in ein finales Zieltransportfahrzeug (Lastkraftwagen oder Container) oder ein Empfangen von diesen und deshalb ein Ausladen von diesen aus solchen Fahrzeugen weiterhin manuell oder mit Hilfe von komplexen mechanischen Einlade-/Ausladesystemen, die im Inneren solcher Lastkraftwagen oder Containern installiert sind, durchgeführt, wie es zum Beispiel in <https://www.youtube.com/watch?v=pbpyvZgZgL0&list=PL2kviFOXIFHZAt1UHiaYuvZe5RzmABCJk&index=10&t=0s> zu sehen ist.

**[0007]** Das Dokument US 8,192,137 B2 offenbart ein System und ein Verfahren, die primär für einen Gabelstapler gestaltet sind, der zwei Paar Gabeln hat, die zusätzlich zu einer Standardvertikalverschiebung (Hub) horizontal verschoben und ebenfalls geneigt werden können. Ein Fahrzeug mit einem einzelnen Paar Gabeln erfordert einen Seitverschiebungsmechanismus, um die Ladung eng zu platzieren. Das Verfahren gemäß diesem Dokument ermöglicht es, sich einzig auf einer geraden Linie parallel zu einer Wand im Inneren des Transportmittels fortzubewegen.

## Zusammenfassung der Erfindung

## Technisches Problem

**[0008]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Apparat und ein Verfahren mit erhöhter Effizienz während einem Einladen und/oder Ausladen von Material bezüglich eines Behälters bereitzustellen.

len. Zusätzlich werden ein unbemannter Apparat und ein Verfahren von hoher Effizienz bereitgestellt, wobei keine Modifikation der Lastkraftwagen und/oder Container zu machen ist und es vorzugsweise keine Notwendigkeit gibt, eine spezielle mechanische Ausrüstung bzw. Einrichtung zu installieren.

#### Lösung des Problems

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der Ansprüche 1, 5, 6, 7 gelöst. Weitere Aspekte sind in den Unteransprüchen definiert.

**[0010]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren für ein Steuern eines fahrerlosen Transportfahrzeugs bzw. automatisch geführten Fahrzeugs (automatic guided vehicle, AGV), um mindestens zwei Ladungen von einem Ladungsaufnahmebereich bzw. Ladungsabholbereich zu einem Betriebsbereich zu transportieren, in dem die mindestens zwei Ladungen in entsprechende Ladebereiche platziert werden sollen, bereitgestellt, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Aufnehmen einer ersten Ladung mit dem AGV in dem Ladungsaufnahmebereich, Führen des AGV mit der ersten Ladung durch Führungsmittel von dem Ladungsaufnahmebereich zu dem Betriebsbereich, Bewegen des AGV in dem Betriebsbereich, um virtuelle Grenzen des Betriebsbereichs zu kartieren bzw. festzulegen, innerhalb deren die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen platziert werden sollen, Erzeugen eines Lademusters für ein Platzieren der mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen innerhalb der virtuellen Grenzen des Betriebsbereichs und Erzeugen von Fortbewegungslinien, auf denen sich das AGV mit jeder der mindestens zwei Ladungen fortzubewegen hat, um die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Bereichen zu platzieren, Platzieren der ersten Ladung in dem entsprechenden Ladebereich basierend auf dem erzeugten Lademuster und der erzeugten Fortbewegungslinie für die erste Ladung, Kartieren bzw. Festlegen des Betriebsbereichs mit der ersten Ladung, die in dem entsprechenden Ladebereich platziert wird, und Verifizieren, ob die erste Ladung in dem entsprechenden Ladebereich dem Lademuster auf solch eine Art und Weise entspricht, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren, und falls die erste Ladung in dem entsprechenden Ladebereich nicht dem Lademuster auf solch einer Art und Weise entspricht, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren, Korrigieren der Position und/oder Ausrichtung der ersten Ladung auf solch eine Art und Weise, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren.

**[0011]** Gemäß dem zweiten Aspekt, der von dem ersten Aspekt abhängt, wird ein Verfahren für ein

Steuern eines AGV bereitgestellt, wobei der Schritt eines Führens des AGV ein Navigieren durch Positionssynchronisierungsschekpunkte und ein Hineinfahren in einen beschränkte Raum, in dem der Betriebsbereich definiert ist, durch einen hinteren Eingang oder Ladetore enthält. Auf solch eine Art und Weise ist ein Beladen des AGV mit einer hohen Geschwindigkeit möglich.

**[0012]** Gemäß dem dritten Aspekt wird ein Steuerungssystem, das angepasst ist, das Verfahren des ersten Aspekts auszuführen, bereitgestellt.

**[0013]** Gemäß dem vierten Aspekt wird ein fahrerloses Transportfahrzeug bzw. automatisch geführtes Fahrzeug mit einem Steuerungssystem gemäß dem dritten Aspekt bereitgestellt.

**[0014]** Gemäß dem fünften Aspekt wird ein Steuerungsskit, das angepasst ist, in einem nichtfahrerlosen Transportfahrzeug bzw. nichtautomatisch geführten Fahrzeug installiert zu werden, um es solch einem Fahrzeug zu ermöglichen, das Verfahren des ersten Aspekts in einer automatisierten Art und Weise auszuführen, bereitgestellt.

**[0015]** Mit der Technik der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Platzierungsdichte automatisch zu überwachen. In Folge dessen wird die Effizienz von Ladeaufgaben erhöht und kann Zeit gespart werden. Zudem wird mit der Lösung der vorliegenden Erfindung ein letzter Schritt in der Produktionsautomatisierung gemacht.

**[0016]** Die vorgeschlagene Lösung beseitigt die Notwendigkeit eines Installierens von spezieller Ausrüstung bzw. einer speziellen Einrichtung oder eines Durchführens jeglicher Arten von Modifikationen an Ladungstransportcontainern oder an einer Betriebsumgebung aufgrund von natürlicher Navigation und ermöglicht ein Beladen oder Entladen von Gütern komplett autonom mit unbemannten Gabelstaplern oder anderen unbemannten Transportfahrzeugen von einer Größe, die im Stande sind, in die Gütercontainer oder Lastkraftwagen durch die Rückseite hineinzufahren. Die Lastkraftwagen in diesem Fall sind normalerweise an Ladungstore angedockt, die einen direkten Zugang, normalerweise über eine Rampe, zu dem inneren Bereich für ein Beladen ermöglichen, wobei Container entweder auf dem Boden platziert oder auf einen containertransportierenden Lastkraftwagen geladen sein können und ebenfalls an einem Ladetore einer Logistikeinrichtung oder einem Verschiffungsbereich bzw. Frachtbereich/Empfangsbereich einer Produktionseinrichtung angedockt sein können.

**[0017]** Im Fall der Ladeaufgabe kann der automatisierte Gabelstapler, der mit der notwendigen Abtast- und Berechnungshardware ausgestattet ist und der

die Autonome-Navigation- und Anwendungssoftware laufen lässt, den inneren Bereich des Gütercontainers abtasten und dessen Abmessungen, Ausrichtung und Versatz identifizieren, falls dieser nicht perfekt gerade an den Ladetoren angedockt ist oder von der erwarteten Position verschoben ist. Basierend auf der Ladeaufgabe, die von dem Server empfangen wird, und Containerinformationen über die Größe der Güter, die von dem Aufnahme- bzw. Abholbereich geladen werden sollen, und ihrer Menge, wird ein Ladeprogramm berechnet und werden ein Lademuster und Pfade, d.h., ein Plan, berechnet und ausgeführt. Während der Ausführung der Ladeaufgabe werden die Güter von einem definierten Standort abgeholt und eng aneinander im Inneren des Lastkraftwagencontainers geladen. In dem Fall, dass die Güter nicht richtig gebildet sind, um eng im Raum zu passen, ist das System im Stande, dies zu detektieren. Die Detektion ist vorzugsweise sowohl während der Aufnahme- bzw. Abholaufgabe als auch während der Ladeaufgabe tätig. Während einem Aufnehmen der Palette wird es identifiziert, wie gut die Ladung gebildet ist. Im Fall, dass die Ladung schlecht gebildet ist, kann die Palette zurückgewiesen werden und wird die Aufgabe pausiert. Anschließend wird das Überwachungssystem/der Server benachrichtigt.

**[0018]** Während und nach jeder Platzierung der Güter wird die Platzierungsqualität automatisch gesteuert und kann im Fall eines nicht befriedigenden Ergebnisses eine Korrektur versucht werden. Für ein besseres Verständnis von „während jeder Platzierung“ ist hier ein Fall gemeint, bei dem die Ladungsfeststecksituation detektiert wird, d.h., dass der Gabelstapler die Ladung nicht zu der gewünschten Ladungsposition drücken kann und zurücksetzen muss, und eine Korrektur versucht.

**[0019]** Für die Entladeaufgabe werden die Abmessungen, die Ausrichtung und der Versatz des angedockten oder platzierten Containers an dem Entladepunkt (oder an einem Tor) automatisch identifiziert und werden die Muster der geladenen Güter zusammen mit der virtuellen Grenze des Betriebsbereichs automatisch erkannt und mit der Hilfe der Bordabta- und Berechnungsausrüstung des automatisierten Gabelstaplers (AGV) abgebildet bzw. festgelegt. Der Entladungsplan wird deshalb auf solch eine Art und Weise berechnet und ausgeführt, dass die Güter von dem gütertransportierenden Container/Lastkraftwagen durch den hinteren Eingang/Entladeeingang abgeholt werden, wobei dies ein Hineinfahren in den Container/Lastkraftwagenbereich enthält, um die Güter aufzunehmen und diese an einen angeordneten Standort, der von dem Server empfangen wird, zu bringen, wobei die Anordnung in der Entladungsaufgabe definiert ist. Die Flottenmanagementsoftware ist auf die folgende Art und Weise involviert: Die Flottenmanagementsoftware sendet einzig die Informationen über die Ladung, z.B. die Anzahl an

Paletten als Minimum, Formation bzw. Bildung und Abmessungen, falls verfügbar, die Tornummer oder Containerstandortinformationen und Entladeposition oder initiale Koordinaten und ein gewünschtes Speichermuster. Der ganze Rest wird an Bord des AGV berechnet, so dass die Flottenmanagementsoftware einzig eine Überwachungsrolle hat.

**[0020]** Der Hauptvorteil eines Automatisierens der Lade- und Entladeaufgaben mit unbemannten automatisierten Fahrzeugen gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Optimierung der Ruhezeit der Lastkraftwagenfahrer, die es den Lastkraftwagenfahrern ermöglicht, die benötigte Ruhezeit vor der nächsten Fahrt zu haben, während sie darauf warten, dass die Güter parallel geladen werden. Für die Automatisierung der gesamten Transportkette, die die unbemannten Lastkraftwagen enthalten, ist dies ein Schritt in der Lieferprozessautomatisierung, der zusätzlich implementiert werden muss.

**[0021]** Gemäß einem ersten zusätzlichen Aspekt der Erfindung kann ein System für ein automatisiertes Einladen und Ausladen von Materialien/Gütern bereitgestellt werden, das ein Materialhandhabungsfahrzeug mit eigenständiger automatisch angetriebener bzw. fahrender Robotik aufweist, wobei das System enthält:

- a) Drive-by-wire-Betrieb mit automatisierten und manuellen Steuerungen,
- b) ein standortbestimmendes Untersystem,
- c) ein Nahhindernisdetektion- und Vermeidungs-Untersystem,
- d) eine Lade- und Entladesequenz-, Muster- und Bewegungslinie-Planeinrichtung,
- e) eine bewegungslinienfolgende Ausführungssteuerungseinrichtung,
- f) ein Ladungsplatzierungserkennung- und Überwachung-Untersystem,
- g) einen Einlade- und Ausladeaufgabe-Anforderungsklienten, und
- h) ein Einlade- und Ausladeaufgabe-Management-Untersystem.

**[0022]** In einem System gemäß einem zweiten zusätzlichen Aspekt, der von dem ersten zusätzlichen Aspekt abhängt, kann die Karte eine Aufgabe enthalten, einem dynamisch ändernden Bereich eine erhöhte Planausführungspräzision zuzuweisen, wobei der Plan eine Liste aus Unterplänen ist, die aus Wegpunkten für jede Ladung der Ladeaufgabe bestehen.

**[0023]** In einem System gemäß einem dritten zusätzlichen Aspekt, der von einem der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann die Karte mehr als eine erhöhte Präzision für Planausführungsbereiche ent-

halten, wobei Positionssynchronisierungsmarkierungen für den Standortfehlerabbruch enthalten sind.

**[0024]** In einem System gemäß einem vierten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, enthält die Fahrzeugdatenbank einen Fahrzeugeinsatzplan, Trackingdaten und einen Fahrzeugstatus.

**[0025]** Ein System gemäß einem fünften zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann Messwertgeber und Verarbeitungselektronik (als Messwertgeberkit bezeichnet) enthalten, die es Materialhandhabungsfahrzeugen ermöglichen, in beschränkten Umgebungen, wie im Inneren von Lastkraftwagen oder Containern, zu navigieren, wobei dies ein Hineinfahren in diese durch einen Hintereingang oder Ladetore und ein Navigieren durch Positionssynchronisierungsscheckpunkte enthält.

**[0026]** Ein System gemäß einem sechsten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann Messwertgeber und Verarbeitungselektronik (als Messwertgeberkit bezeichnet) enthalten, die in bestehenden kommerziellen Materialhandhabungsfahrzeugen, die mit Gabeln oder anderen Mitteln für ein Transportieren von Gütern und Materialien ausgestattet sind, installierbar sind.

**[0027]** Ein System gemäß einem siebten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann Messwertgeber und Verarbeitungselektronik (als Messwertgeberkit bezeichnet) enthalten, wobei es erforderlich ist, dass die Breite des Materialhandhabungsfahrzeugs kleiner als die Breite des Handhabungsmaterials oder gleich dieser ist.

**[0028]** Ein System gemäß einem achten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann ein automatisch fahrendes robotisches Materialhandhabungsfahrzeug mit Messwertgebern und Verarbeitungselektronik enthalten, die es dem Fahrzeug ermöglichen, in beschränkten Umgebungen, wie beispielsweise im Inneren von Lastkraftwagen oder Containern, zu navigieren, wobei dies ein Hineinfahren in diese durch einen Hintereingang oder Ladetore und ein Navigieren durch Positionssynchronisierungsscheckpunkte enthält.

**[0029]** Ein System gemäß einem neunten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann ein automatisch fahrendes robotisches Materialhandhabungsfahrzeug mit Messwertgebern und Verarbeitungselektronik in der Form von Lastkraftwagen mit autonomen Gabeln und Paletten bzw. Palettentransporten enthalten.

**[0030]** Ein System gemäß einem zehnten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann Messwertgeber und Verarbeitungselektronik (als Messwertgeberkit bezeichnet) in einem modularen einsatzspezifischen Setup mit einer gemeinsamen Standortbestimmungsarchitektur enthalten.

**[0031]** Ein System gemäß einem elften zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann ein automatisch fahrendes robotisches Materialhandhabungsfahrzeug mit modularen einsatzspezifischen Messwertgebern und Verarbeitungselektronik mit einer gemeinsamen Standortbestimmungsarchitektur enthalten.

**[0032]** In einem System gemäß einem zwölften zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, ist einer oder sind mehrere der folgenden Messwertgeber in einer gemeinsamen Standortbestimmungsarchitektur vereinigt:

IMU (inertial measurement unit, inertielle Messeinheit),

Magnetometer,

Differentialodometrie (durch magnetische oder optische Encodiereinrichtungen), Visuelle Orientierungspunkte bzw. Markierungslinie,

2D-Bereich-Finder (2D-LIDARs) (Lidar, Laser imaging detection and ranging, Laserstrahlerfassungs- und Entfernungsmesseinrichtung)

3D-Bereich-Finder (3D-LIDARs),

Einzelner-Messbereich-Messwertgeber,

Optische Messwertgeber (einzelne Kameras oder Stereopaare),

Optische Messwertgeber (einzelne Kameras oder Stereopaare), passiv oder mit lichtemittierendem System mit eingebauter Tiefen-/Bereichsberechnung.

**[0033]** Ein System gemäß einem dreizehnten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen der zusätzlichen Aspekte abhängt, kann Messwertgeber und Verarbeitungselektronik (als Messwertgeberkit bezeichnet) enthalten, um visuelle Codes, die einen Standort und andere zugehörige Daten als Orientierungspunkte bzw. Markierungslinie encodieren, lesen und interpretieren, um Innenstandorte bzw. Im-Gebäude-Standorte zu bestimmen.

**[0034]** Ein System gemäß einem vierzehnten zusätzlichen Aspekt, der von dem einen der anderen zusätzlichen Aspekte abhängt, kann ein automatisch fahrendes robotisches Materialhandhabungsfahrzeug mit Messwertgebern und Verarbeitungselektronik enthalten, um visuelle Codes, die einen

Standort und andere zugehörige Daten als Orientierungspunkte bzw. Markierungslinie encodieren, zu lesen und zu interpretieren, um Innenstandorte bzw. Im-Gebäude-Standorte zu bestimmen.

#### Figurenliste

**[0035]** Mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen und einer entsprechenden detaillierten Beschreibung wird die vorhergehende Aufgabe der vorliegenden Erfindung zusammen mit ihren anderen Aufgaben, Merkmalen und Vorteilen noch mehr im Detail beschrieben.

**Fig. 1A** zeigt ein fahrerloses Transportfahrzeug bzw. automatisch geführtes Fahrzeug (AGV, automated guided vehicle) mit einem Messwertgeberkit gemäß der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht und **Fig. 1B** zeigt eine Recheneinheit von dem AGV, an dem Messwertgeber angeschlossen sind,

**Fig. 2** zeigt ein Bereichsfinder-Sichtfeld und Messüberdeckungen in dem unteren Bereich des Fahrzeugs von **Fig. 1**.

**Fig. 3** zeigt mögliche Szenarien für Aufnahme- und Ablieferbereiche und

**Fig. 4A** und **Fig. 4B** zeigen einen Betriebsbereich, der eine virtuelle Grenze hat, innerhalb der Ladebereiche definiert sind.

**Fig. 5A** und **Fig. 5B** zeigen ein Verfahren für ein Steuern eines AGV gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 6A** und **Fig. 6B** zeigen ein fahrerloses Transportfahrzeug bzw. automatisch geführtes Fahrzeug (AGV) mit einem Messwertgeberkit gemäß der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht und einer Seitenansicht.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0036]** Die Erfindung beruht auf einem automatisierten Einladen von Materialien/Gütern in einen Lastkraftwagen oder einen Container, wenn in den Transportbereich hineingefahren wird. Normalerweise hat das Hubfahrzeug bzw. der Hubwagen (oft ein Gabelstapler, jedoch auch ein anderer Typ einer automatisierten Transportplattform) für die Materialien oder Güter Zugang durch die Rückseite, z.B. ein Lastkraftwagen, der an ein Tor angedockt ist, um die Güter dicht zu laden. Die Hubfahrzeuge bzw. Hubwagen haben vorzugsweise dieselbe Breite wie die Ladegüter/Materialien oder sind enger als diese. Die Erfindung deckt ebenfalls den umgekehrten Vorgang, d.h. den Entladevorgang, gemäß denselben Bedingungen ab. Der Ansatz ermöglicht ein Verwenden von bereits bestehenden Transportplattformen durch eine Messwertgeberkitintegration (Nachrüstung) so-

wie von automatisierten Hubplattformen, die für solche Anwendungen speziell gestaltet sind.

**[0037]** Das System weist ein Fahrzeug auf, das mit Gabeln oder anderen Mechanismen ausgestattet ist, um Güter zu heben und zu transportieren, die normalerweise auf einer Palette platziert sind oder die auf anderen Arten sicher festgemacht sind, vorzugsweise in einer rechteckigen Prismenform. Das Fahrzeug ist mit einer Sensorik und Recheneinheit (Messwertgeberkit), die Entfernungsmesswertgeber und optische Messwertgeber aufweisen, die sich in unterschiedlichen Bereichen des Fahrzeugs befinden, um für ein Lokalisieren des Fahrzeugs in dem Betriebsbereich und ein Steuern der Ladungsplatzierung die Umgebung rundherum abzutasten, und einer Recheneinheit für eine Lokalisierung und Navigationsalgorithmenberechnung und einer Server/Flottenmanagementsystemkommunikation ausgestattet. Vorzugsweise ist das Fahrzeug eigenständig und erfordert nicht einen externen Überwacher, um dessen Betrieb bzw. Bedienung zu steuern, oder die Installation irgendeines externen Verfolgungsmesswertgebers. Das Fahrzeug empfängt einzig die Aufgabenreihenfolge von einem Überwachungssystem oder einem Server und erstattet bei Vervollständigung der Aufgaben oder, falls es erforderlich ist, bei Ausführungsfehlern Bericht. Im Fall von Fehlern kann das Fahrzeug manuell gesteuert werden, wobei dies eine manuelle Fernsteuerung enthält.

**[0038]** In dem Folgenden wird die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben. Für eine sichere Navigation und Abtastung der Umgebung um das Fahrzeug **1** herum sind Bereich-Messwertgeber **2a**, **2b**, **2c**, die vorzugsweise Entfernungsmesswertgeber sind, auf solche Weise installiert, um in beiden Richtungen einer Fortbewegung des Fahrzeugs **1** eine volle Absicherung bzw. Erfassung zu haben. Um den Fall abzudecken, dass ein Messwertgeber pro Richtung das erforderliche Sichtfeld aufgrund von Okklusionen bzw. Verdeckungen nicht liefern kann, werden vielfache Messwertgeber mit einer Überdeckung verwendet. Die Abtasttechnologie beeinträchtigt nicht die zu Grunde liegende Steuerungslogik, solange eine Präzision bereitgestellt werden kann, die ähnlich wie die von LIDARs oder besser als diese ist. Alternativ können Messwertgeber mit einer Präzision, die eine sichere Navigation und eine erforderliche Anwendungsgenauigkeit gewährleistet, verwendet werden. Das bedeutet ebenfalls, dass Kameras als Bereich-Messwertgeber verwendet werden können, wenn Bereichsmessungen, die durch die Bildverarbeitung gewonnen werden, die oben genannten Anforderungen erfüllen.

**[0039]** **Fig. 1B** zeigt eine Recheneinheit des AGV der ersten Ausführungsform, an der die Mess-

wertgeber angeschlossen sind. Die Berechnungseinheit und die Messwertgeber sind Teil eines Automatisierungskits gemäß der vorliegenden Erfindung, mit dem die folgenden Funktionen erreicht werden können:

Für das minimale funktionale Setup sind die folgenden Messwertgeber erforderlich:

#### 1. Vordere und hintere LIDARs.

Der vordere LIDAR ist der eine, der sich auf der entgegengesetzten Seite des Gabelpaares befindet und primär für ein schnelles Fortbewegen ohne die Ladung verwendet wird oder wenn die Ladung über eine lange Entfernung befördert wird.

Der hintere LIDAR befindet sich auf der Seite des Gabelpaares über der Ladung. Er wird primär in bzw. bei dem Ladevorgang verwendet, wenn in den Lastkraftwagen oder Container mit Ladung hineingefahren wird.

Beide LIDARs ergänzen einander, um die Haltungsschätzung des Fahrzeugs in dem Betriebsbereich zu verbessern.

Beide LIDARs können 2D oder 3D sein oder durch andere Messwertgeber ersetzt werden, die im Stande sind, Bereichsdaten in der Qualität ähnlich denen der 2D- oder 3D-LIDARs zu liefern.

In einer anderen Ausführungsform, in der es Sicherheitsregulationen erfordern, dass es einen oder ein Paar nach hinten gerichteter LIDARs geben könnte, sind diese unter den Gabeln installiert, um eine ungehinderte Sicht zu gewährleisten, wenn die Ladung transportiert wird. Sie sind nicht für die Transportladefunktionalität erforderlich, sondern eher für ein Fortbewegen mit der Ladung/den Gabeln nach vorne, wenn andere AGVs oder Menschen in dem Bereich tätig sind.

2. Die Bereichskamera, die ebenfalls als RGB-D-Kamera bekannt ist, ist eine Vorrichtung, die optische Bilddaten sowie zugehörig zu der Bildpixeldichte Entfernungsmessungen liefert. Die Kamera wird primär verwendet, um die Ladungsplatzierung zu überwachen, und zwar, um den Spalt bzw. Zwischenraum zwischen der Ladung auf den Gabeln und den benachbarten Ladungen in dem Transportmittel zu messen.

Die Kamera ist auf solch eine Weise ausgerichtet, um eine klare Ansicht von dem Ende der Ladung auf den Gabeln und den benachbarten Objekten zu gewährleisten. Sie hat ein Sichtfeld, das breit genug ist, um den Bereich vor dem Fahrzeug in der Gabelrichtung zu sehen, um geometrische Eigenschaften des Fahrzeugs, wie die Ränder bzw. Kanten des Bodens und der Wände, und Orte ihrer Verbindungen zu identifizieren. Selbst wenn die Wände nicht vorhanden sind, ist es möglich, die Ränder bzw. Kanten der

Plattform zu identifizieren, um ein Planen und eine Haltungsberechnung zu unterstützen.

In einer anderen Ausführungsform kann die Bereichskamera durch ein Paar optische Kameras (alias Stereopaar) ersetzt werden, das eine Möglichkeit bereitstellt, um die im Stand der Technik wohl bekannten Bereichsdaten algorithmisch zu gewinnen. Alternativ kann das Paar Kameras eine einzelne Kamera mit einem Entfernungsmesswertgeber sein, der die Entfernung von der Kamera zu der Ladung misst, um das Maß bzw. den Maßstab zu identifizieren und die ebenfalls im Stand der Technik bekannten Bereichsdaten zu gewinnen.

3. IMU - Inertiale Messeinheit (inertial measurement unit), die Gyroskope und Beschleunigungsmesser, und oft magnetische Messwertgeber 3 mit jeweils drei Freiheitsgraden kombiniert. Die IMU wird in dem Messwertgeberfusionsalgorithmus bzw. Messwertgebervereinigungsalgorithmus verwendet, um die Haltungsschätzung des Fahrzeugs in der Umgebung zu verbessern.

4. Rad- und Lenk-Encodiereinrichtungen sind normalerweise Teil des Systems, wenn kommerzielle Fahrzeuge automatisiert werden. Falls sie nicht vorhanden sind, müssen sie installiert werden. Die Rad-Encodiereinrichtung stellt normalerweise eine Inkrementierung von Ticks bereit, die sich abhängig von der Fortbewegungsrichtung erhöhen oder verringern. Die Ticks können in Geschwindigkeiten übersetzt werden, die die Encodiereinrichtungsauflösung und den Raddurchmesser geben bzw. wiedergeben. Die Lenk-Encodiereinrichtung stellt ebenfalls entweder absolute inkrementelle Ticks oder ein anderes Signal bereit, das in einen absoluten Lenkwinkel des Lenkrads übersetzt werden kann. Absolut bedeutet, dass die Daten immer in den Lenkwinkel übersetzt werden können, selbst wenn das System heruntergefahren war bzw. wurde.

5. Ein Strommesswertgeber wird verwendet, um eine Überladung des Systems zu detektieren, wenn die Ladung auf den Gabeln eine andere Ladung oder die Wand des Transportmittels berührt. Sehr wichtig ist, dass dies ebenfalls ein Detektieren der Fälle ermöglicht, bei denen die Ladung stecken bleibt, wenn es versucht wird, die Ladung in eine geeignete Position zu bringen bzw. diese in dieser zu platzieren.

In einer anderen Ausführungsform kann, wenn ein Messen der Antriebsmotorströme aus technischen Gründen nicht möglich ist, ein Druckmesswertgeber zwischen der Ladung und dem Fahrzeug auf Gabeln installiert werden, und zwar zu demselben Zweck, dass ein Erhöhen des Drucks gemessen wird, wenn die Ladung ein Hindernis berührt oder stecken bleibt.

6. Um das Fahrzeug anzutreiben, berechnet das Führungssystem eine gewünschte Geschwindigkeit und kommuniziert diese in dem Signal, das für die Geschwindigkeitssteuerungseinrichtung verständlich ist. Folglich wird eine lineare Geschwindigkeit des Fahrzeugs gesteuert.

In einer anderen Ausführungsform, in der ein unterschiedliches Antriebssystem mit zwei unabhängig angetriebenen Rädern verwendet wird, werden die gewünschten Geschwindigkeiten berechnet und an die entsprechenden Geschwindigkeitssteuerungseinrichtungen kommuniziert, wobei folglich sowohl Linear- als auch Winkelgeschwindigkeiten des Fahrzeugs gesteuert werden.

7. Um das Fahrzeug mit dem Lenkrad zu steuern, berechnet das Führungssystem diesen und kommuniziert dieses in dem Signal, das für die Lenksteuerungseinrichtung verständlich ist, den gewünschten Lenkwinkel, wobei folglich die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs gesteuert wird.

8. Um die Ladung aufzunehmen und zu platzieren, berechnet das Führungssystem und kommuniziert dieses in dem Signal, das für die Hubsteuerungseinrichtung verständlich ist, Hubfehler. Falls die Höhe der Gabeln für bestimmte Ladevorgänge gemessen werden muss, kann eine lineare Encodierungseinrichtung oder irgendein anderer Typ des Messwertgebers, der in der Darstellung nicht zu sehen ist, installiert werden.

**[0040]** Fig. 2, die sich auf eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bezieht, stellt die Sichtfeldabdeckung bzw. -erfassung von Bereich-Messwertgebern **12c**, **12e**, **12d** dar, wenn die gabelseitigen Messwertgeber **12d** und **12e**, die auf entgegengesetzten Seiten des Fahrzeugs **10** angeordnet sind, einer Verdeckung bzw. Okklusion in der Sichtrichtung zugewandt sind. Um den Fall abzudecken, dass ein Messwertgeber pro Richtung aufgrund von Verdeckungen bzw. Okklusionen nicht das geforderte Sichtfeld liefern kann, werden vielfache Messwertgeber mit einer Überdeckung verwendet, die in Fig. 2 durch die Messwertgeber **12d** und **12e** veranschaulicht sind, die in dieselbe Richtung zeigen und die optionale Messwertgeber für Seitenentfernungen sein können. Hier ist es für eine sichere Navigation wichtig, dass die Messwertgeber **12d** und **12e** an der unteren Stelle des Fahrzeugs **10** auf dem Niveau der Räder installiert sind, während die Messwertgeber, die auf der oberen Seite installiert sind, eher spezifischen Erfordernissen dienen. Das minimale vertikale Sichtfeld, das erforderlich ist, ist ebenes 2D, kann jedoch auf höhere vertikale Winkel erweitert werden, wenn 3D-Bereich-Messwertgeber oder Äquivalentes, z.B. RGBD-Kameras, verwendet werden.

**[0041]** Die Fig. 2 zeigt Bereichsfinder-Sichtfelder **14a**, **14b**, **14c**, **14d**, **14e** und Messüberdeckungen **16a**, **16b**, **16c**, **16d**, **16e** in dem unteren Bereich des Fahrzeugs von Fig. 1.

**[0042]** In der ersten Ausführungsform ist der Bereich-Messwertgeber **2a**, der sich an der oberen Seite des Fahrzeugs befindet, in solch einer Position platziert, dass eine Sicht voraus gewährleistet wird, wenn die Ladung auf dem Fahrzeug **1** platziert wird. Ein Bereich-Messwertgeber ähnlich wie der Bereich-Messwertgeber **2a** der ersten Ausführungsform kann ebenfalls in der zweiten Ausführungsform installiert sein.

**[0043]** In dem Fall, dass der Bereich-Messwertgeber **2a** 2D ist oder nicht ein ausreichend vertikales Sichtfeld hat, kann ein Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus wie der in der dritten Ausführungsform von Fig. 6A und Fig. 6B bereitgestellt werden, um einen ausreichend vertikalen Scan der Ladungsplatzierung zu ermöglichen und, wenn es erforderlich ist, funktionale Sicherheitskriterien zu erfüllen, ebenfalls eine vertikale Hindernis-/Objektedetektion, wenn mit der Ladung vorwärts navigiert wird. Anstelle von oder zusätzlich zu dem Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus kann ein optischer Messwertgeber oder 3D-Bereich-Messwertgeber, wie eine RGBD- oder ToF- (time of flight, Laufzeit) Kamera (2f) mit einem engeren Sichtfeld verwendet werden. Diese Fähigkeit ist vorteilhaft, um zu gewährleisten, dass die Ladung für Ladevorgänge korrekt in dem Lastkraftwagen oder Container platziert ist, und um die Ladungsplatzierung und, falls erforderlich, Einfahrtaschen- und Ladungsinformationen zu identifizieren, wenn die Aufnahme- oder Ausladeaufgabe durchgeführt wird. Die Position, bei der sich der Messwertgeber über der Ladung befindet, hängt von der Länge und Höhe der Ladung ab, die für die Einlade- oder Ausladeanwendung gehandhabt wird, und kann entweder manuell oder automatisch angepasst werden.

**[0044]** Der obere Bereich-Messwertgeber **2a** der ersten Ausführungsform mit einem optionalen Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus hat zumindest in einer horizontalen Ebene keine horizontalen Sichtverhinderungen bzw. -okklusionen. Dies bedeutet, dass das horizontale Sichtfeld durch die Messwertgebercharakteristiken definiert wird und normalerweise bis zu 360° Grad reichen kann. Auf diese Weise kann, falls das Sichtfeld breit genug ist, ein perfekt unterstützender (sekundärer) Lokalisierungsmesswertgeber bereitgestellt werden. Abhängig von funktionalen Sicherheitsanforderungen kann der obere Messwertgeber **2a** für eine unabhängige Lokalisierungsberechnung verwendet werden, die in festen Zeitintervallen mit den Hauptberechnungen gegengeprüft wird. Im Fall einer fehlenden Übereinstimmung über einem Schwellenwert kann ein Vorgangsfehler ausgegeben werden.

**[0045]** Wenn in den Container oder einem Lastkraftwagen mit einem Fahrzeug gemäß der ersten Ausführungsform hineingefahren wird, ist der obere Bereich-Messwertgeber **2a** ein primärer Messwertgeber für eine präzise Lokalisierung im Inneren des Lastkraftwagen-/Containerbereichs. Die Platzierung des Messwertgebers **2a** auf dem Niveau über der Höhe der Containerladung gewährleistet eine ungehinderte Sicht über den Umkreis zw. Umfang des Innenraums des Containers. Um zu gewährleisten, dass Ladungen von unterschiedlichen Höhen gehandhabt werden können, wird der Messwertgeber **2a** vorzugsweise in der maximalen Höhe platziert, die es gestattet, ins Innere der Lastkraftwagen oder Container hineinzufahren, wobei dies eine Höhe von normalerweise nicht höher als 2,2 m bedeutet.

**[0046]** Um eine geeignete Ladungs-/Palettenplatzierung auf den Gabeln oder einer Beförderungsplattform zu gewährleisten, kann ein zusätzlicher optischer Messwertgeber 2f oder ein Paar von Messwertgebern an der oberen Seite installiert sein. Dieser Messwertgeber oder dieses Paar Messwertgeber ist auf solch einer Weise installiert, dass ein voller Überblick über die Ladung von der Oberseite gewährleistet wird, während eine Erhöhung in der oben beschriebenen maximalen erlaubten Höhe vermieden wird.

**[0047]** Falls ein Gabelmechanismus mit dem Fahrzeug **1** der ersten Ausführungsform für ein Aufnehmen von Paletten oder einer Ladung verwendet wird, gibt es vorzugsweise zwei Bereich-Messwertgeber/Entfernungsmesswertgeber **3a** und **3b**, die an bzw. auf der unteren Seite des Fahrzeugs bereitgestellt sind, wobei diese unter die Ladung gehen, z.B. an dem Ende der Gabeln für eine Gabel eines Hubfahrzeugs bzw. Hubwagens, das bzw. der mit Gabeln ausgestattet ist. Die Messwertgeber **3a** und **3b** können nur für den Bereich sein oder eine Kombination aus optischer Technologie und Bereich-/Entfernung-Messtechnologie haben bzw. sein. Diese Bereich-Messwertgeber **3a** und **3b** können optional eine Kamera haben. Ein optischer Messwertgeber fügt die Möglichkeit hinzu, Konturen und Öffnungen (z.B. Einfahrtaschen) auf eine bessere Weise zu identifizieren, zusätzlich zu einem Messen der Entfernung bezüglich des sich nähernden bzw. des angenäherten Objekts.

**[0048]** In Fällen, in denen der obere Bereich-Messwertgeber **2a**, 2f der ersten Ausführungsform nicht eine ausreichende Präzision für eine Entfernungsmessung zu den Seiten des Containers oder eines Lastkraftwagens liefern kann, können unterstützende Bereich-Messwertgeber/Entfernungsmesswertgeber **5a** und **5b** auf beiden Seiten des Hubfahrzeugs bzw. Hubwagens **1** innerhalb der Fahrzeugbreitenabmessungen installiert sein. Die Messwertgeber **5a** und **5b** sind auf solch eine Weise installiert, das ein Fort-

bewegen entlang einer der Seiten des Containers/Lastkraftwagens gültige Bereichsmessungen liefert, selbst wenn die Seiten des Hubfahrzeugs bzw. Hubwagens die Wände des Containers/Lastkraftwagens berührt.

**[0049]** Um die globale Haltungsschätzung des Fahrzeugs zu unterstützen, d.h. in den Koordinaten des Betriebsraums, wobei sich Haltung auf Position und Ausrichtung bezieht, werden zusätzliche Messwertgeber, wie Rad-Encodiereinrichtungen **6a**, **6b** und IMU **7**, verwendet. Informationen von diesen Messwertgebern **6a**, **6b** und **7** liefern, wenn sie zusammen vereint sind, eine lokal konsistente Haltungsschätzung, vorzugsweise in dem Roboterkoordinatenrahmen, der in den gewünschten globalen Rahmen übersetzt werden kann. Die Messwertgeber **6a** und **6b** sind vorzugsweise Rad-Encodiereinrichtungen, die mit den Rädern integriert sind bzw. in diese zu integrieren sind. Alternativ können separate Räder mit Encodiereinrichtungen, die an den Fahrzeugabbau angebracht sind, bereitgestellt werden. In dem Fall, dass das Fahrzeug ein kombiniertes lenkendes und angetriebenes Rad hat und es keine strengen Sicherheitsanforderungen gibt, die redundante Rad-Encodiereinrichtungen erfordern, können die Messwertgeber **6a** und **6b** weggelassen werden und können stattdessen die Lenk- und Rad-Encodiereinrichtungen, wie jene 306, 307, die in der alternativen Ausführungsform in der **Fig. 6B** zu sehen sind, verwendet werden.

**[0050]** Diese Haltungsschätzung weicht über die Zeit ab, wird jedoch durch die globale Haltungsschätzung korrigiert. Die Messwertgeber **6a** und **6b** können optische und magnetische Encodiereinrichtungen sein, vorzugsweise auf beiden Seiten des Fahrzeugs **1**, und der Messwertgeber **7** ist eine IMU (inertial measurement unit, inertielle Messeinheit), die in dem Berechnungsmodul integriert sein kann oder sich in einer anderen zweckmäßigen Position des Fahrzeugs **1** der ersten oder zweiten Ausführungsform befinden kann.

**[0051]** Das Fahrzeug hält seine Position und seine Ausrichtung, d.h., lokalisiert sich selbst in der Betriebsumgebung, mit der Hilfe der Bordbereich-Messwertgeber **2a**, **2b**, **2c** oder äquivalenten Messwertgebern, optischen oder magnetischen Encodiereinrichtungen **6a** und **6b**, und IMU **7**. Die IMU kann in irgendeinem Teil des Fahrzeugs platziert sein, wobei dies auch das Berechnungsmodul enthält.

**[0052]** Die interne Darstellung der Umgebung (Karte) wird entweder von einem Server geladen oder während des Vorgangsvorbereitungsprozesses erlangt. Der Betriebsbereich wird virtuell in verschiedene Sektoren bzw. Bereiche unterteilt, denen unterschiedliche Präzisionsanforderungen für ein Halten einer Lokalisierung und Position auferlegt sind. Der

größte Bereich, der in **Fig. 3** zu sehen ist, ist mit (A) markiert und ist ein genereller Betriebsbereich, der generelle Betriebspräzisionsanforderungen für automatisierte Fahrzeuge hat.

**[0053]** Die Bereiche **(B)** und **(C)** von **Fig. 3** sind Bereiche mit erhöhten Präzisionsanforderungen. Diese Bereiche **(B)** und **(C)** sind Aufnahme- bzw. Abholbereiche (Entladebereiche) und Ablieferbereiche (Ladebereiche). Es gibt keinen prinzipiellen Unterschieden zwischen den Bereichen **(B)** und **(C)**, da sie in Abhängigkeit von der Aufgabe, z.B. in Abhängigkeit davon, ob Einlade- oder Ausladevorgänge ausgeführt werden, austauschbar sind.

**[0054]** Ein bevorzugtes Prinzip ist, dass eine Ladung von einem Ort präzise aufgenommen werden muss und bei einem anderen präzise platziert werden muss. Der Bereich **(B)** in **Fig. 3** ist der Container- oder der Lastkraftwagenbereich, bei dem ein Winkel ( $\alpha$ ) demonstriert, dass sich der Lastkraftwagen an dem Ladetor oder sich der Container an dem Containerlandstandort nicht streng bzw. genau senkrecht zu den Wänden/der Tür des Tors befindet. Wenn die Karte erzeugt wird, sind die Tore normalerweise geschlossen, so dass es hilfreich sein könnte, den Winkel ( $\alpha$ ) zusätzlich zu den Container- oder Lastkraftwagenabmessungen zu kennen. Jedoch ist die erste Ausführungsform nicht auf eine Kenntnis des Winkels ( $\alpha$ ) beschränkt.

**[0055]** Wenn die Einlade- oder Ausladevorgänge mit Transportfahrzeugen mit langer Reichweite, die an den Toren angedockt sind, durchgeführt werden, sind die Torkoordinaten von vornherein bekannt. In Folge dessen ist es ausreichend, den Winkel ( $\alpha$ ), falls dieser existiert, einen seitlichen Versatz und die Breite und Länge des Containers/Lastkraftwagens zu schätzen. Fakt ist, dass die Liste von Container/Lastkraftwagen-Längen und -Breiten normalerweise ebenfalls von vornherein bekannt ist, so dass einzig eine Übereinstimmung gefunden werden muss. Wenn ein Container nicht an Toren platziert wird, müssen die X- und Y-Koordinaten zusätzlich bereitgestellt oder festgelegt werden, jedoch sind in den meisten der Fälle die X- und Y-Koordinaten von vornherein bekannt oder kann, falls erforderlich, ein Versatz automatisch identifiziert werden. Zu allen Zeiten kann, falls keine Übereinstimmung gefunden werden kann, der Container/Lastkraftwagenbereich kartiert werden und wird diesem eine virtuelle Grenze **110** auferlegt, um die Betriebsgrenzen streng bzw. genau zu definieren, und zwar selbst in der Abwesenheit von einer oder mehreren Wänden.

**[0056]** Um zu gewährleisten, dass die geforderte Präzision für eine Lokalisierung und Navigation in den Bereichen **(B)** oder **(C)** erreicht werden kann, können spezielle Haltungssynchronisierungsmarker **30a**, **30b** für Bereich **(B)** und **32a**, **32b** für Bereich **(C)** auf

dem Boden oder den Wänden nahe dem Eingangspunkt zu diesen Bereichen installiert werden. Diese Marker **30a**, **30b** und **32a**, **32b** sind vorzugsweise visuelle Marker, die quadratische Orientierungspunktmarker bzw. Markierungslinienmarker sein können, wie es z.B. in „Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion“ von S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas und M. J. Marín-Jiménez, 2014 in Pattern Recogn. 47, 6 (Juni 2014), 2280-2292, DOI=10.1016/j.patcog.2014.01.005, und in ArUco: „a minimal library for Augmented Reality applications based on OpenCV“, <http://www.uco.es/investigacion/grupos/ava/node/26>, zu sehen ist. Alternativ können andere Marker verwendet werden, die eine relative Haltungsschätzung des Fahrzeugs (Koordinaten X, Y und Ausrichtung) durch einen Bildverarbeitungsalgorithmus ermöglichen.

**[0057]** Der Ort der Marker in dem globalen Betriebskoordinatenrahmen ist dem Fahrzeugsystem bekannt. Für ein Detektieren der Marker **30a**, **30b** und/oder **32a**, **32b** kann eine Kamera 8 verwendet werden, falls die Marker auf dem Boden nahe den Bereichen **(B)** und/oder **(C)** installiert sind. Alternativ können Kameras an Stellen des Fahrzeugs **1** installiert sein, die eine leichte Detektion der Marker **30a**, **30b** und/oder **32a**, **32b** ermöglichen. Falls Kameras in Kombination mit Bereich-Messwertgebern **3a**, **3b** verwendet werden, kann eine Detektion von Markern auf Wänden ebenfalls möglich sein, ohne zusätzliche Kameras zu installieren.

**[0058]** Anschließend werden die Einlade- und Ausladevorgänge weiter im Detail beschrieben.

**[0059]** Der Ladevorgang beginnt mit einer Aufgabenreihenfolge, die von dem Server oder von dem Flottenmanagementsystem abgerufen wird. Die anderen Informationen sind diejenigen über Aufnahmeorte, die Größe und die Abmessungen der Güter/Materialien, die zu laden sind, und die Ladetornummer oder der Containerstandort. Vor einem Starten des Ladevorgangs wird der Container oder Lastkraftwagen an dem Tor automatisch gescannt bzw. abgestastet, um die Raumabmessungen und optional den Winkel ( $\alpha$ ) und den Versatz zu identifizieren. Basierend auf den identifizierten Container-/Lastkraftwagenabmessungen und den Güter-/Materialabmessungen und ihrer Menge wird ein Lademuster (d.h., ein Plan) erzeugt. Der Gesamtplan ist eine Liste aus Unterplänen, vorzugsweise in Form von Bewegungslinien, für jede individuelle Ladung, die von dem Aufnahme- bzw. Abholstandort zu dem passenden Standort in dem Lastkraftwagen oder Container befördert werden muss, und zwar basierend auf dem erzeugten Lademuster. Jeder Unterplan ist ein Set aus Punkten, die Sollposition und -ausrichtung des Fahrzeugs beschreiben, d.h. ein Set aus Haltungen, die sequentiell zu erreichen sind. Bei einem Fortschrei-

ten von jeder Unterplanausführung werden Aufnahme-tätigkeiten definiert. Jeder Unterplan endet mit einer Abliefertätigkeit. Die Gesamtplanausführung wird durch einen Aufgabenverwaltungsalgorithmus verwaltet und Fehler werden dem Server oder einem Flottenmanagementsystem gemeldet und, falls möglich, werden Wiederherstellungsverhalten bzw. Wiederherstellungsfahrverhalten ausgeführt. Bei Vervollständigung der Ladeaufgabe meldet das Fahrzeug den Ausführungserfolg und navigiert dieses zu einem definierten Wartestandort.

**[0060]** Im Fall einer Navigation im Inneren des beschränkten Raums mit erhöhten Präzisionsanforderungen (**B**), wie im Inneren eines Containers oder eines Lastkraftwagens, wird der sich weiter oben befindliche Bereich-Messwertgeber **2a** der ersten Ausführungsform für ein Berechnen einer präzisen Relativposition basierend auf der bekannten Geometrie des Containers/ Lastkraftwagens verwendet. In dem Fall, dass eine 3D-Bereich-Kamera anstelle von oder zusätzlich zu dem Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus für den Messwertgeber **2a**, der oben beschrieben wurde, installiert ist, kann diese 3D-Bereich-Kamera als ein unterstützender Messwertgeber verwendet werden, um solch präzise lokale Schätzung zu unterstützen. Die lokale Schätzung wird dann für eine geeignete Ladeplanausführung in den globalen Rahmen übersetzt.

**[0061]** Jede Ladungsplatzierung im Inneren des Containers oder des Lastkraftwagens wird nach jedem Abliefer-/Platzierungsvorgang mit der Hilfe des oberen Bereich-Messwertgebers **2a** der ersten Ausführungsform mit einem Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus oder einer 3D-Bereich-Kamera, die anstelle von oder zusätzlich zu dem Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus installiert ist, verifiziert. In dem Fall einer unpassenden Ladungsplatzierung wird eine Korrektur versucht. Falls die Korrektur versagt, wird die Ladeaufgabe pausiert und wird das entsprechende Versagen dem Server oder dem überwachenden Flottenmanagementsystem mitgeteilt. Eine manuelle Korrektur kann versucht werden, nach der der Ladeplan mit der nächsten Ladung in der Liste wiederaufgenommen werden kann.

**[0062]** Während der Planausführung wird der Bereich in der Richtung einer Fortbewegung mit Bezug auf das Vorhandensein von Hindernissen überwacht. Falls das Hindernis in dem Bereich einer möglichen Kollision erscheint, wird die Planausführung pausiert. Falls das Hindernis über eine definierte Zeitspanne nicht verschwindet und statisch ist, wird ein erneutes Planen versucht. Falls ein erneutes Planen versagt oder dem neuen Plan, z.B. Bewegungslinien, nicht präzise gefolgt werden kann, wird der Ladevorgang gestoppt und wird das Versagen gemeldet.

**[0063]** Der Ausladevorgang beginnt in einer ähnlichen Weise wie der Einladevorgang mit einer Aufgabenreihenfolge, die von dem Server oder dem Flottenmanagementsystem empfangen wird und die die Informationen über die Auslade- bzw. Entladetor- nummer oder den Containerstandort, Informationen über die Ladung, wobei dies die Größe und Abmessungen enthält, und die Ablieferstandorte enthält. Der Lastkraftwagen oder der Container wird gescannt bzw. abgetastet, um, falls anwendbar, den Winkel (**a**) und den Versatz zu finden und die Innenraumabmessung zu verifizieren. Die Ladung wird dann mit der Hilfe des oberen Bereich-Messwertgebers **2a** und des Neigungs- bzw. Schwenkmechanismus oder einer 3D-Bereich-Kamera **2f**, die anstelle von oder zusätzlich zu diesem installiert ist, gescannt bzw. abgetastet. Ein Platzierungserkennungsalgorithmus identifiziert die Ladungsplatzierung basierend auf den Bereichsdaten und/oder zusätzlichen Bilddaten und vergleicht diese Ladungsplatzierung mit den Informationen, die von dem Server empfangen werden. Dann berechnet das Fahrzeug den Ausladeplan, der zum Beispiel aus Unterplänen besteht, die aus Transportbewegungslinien für jede individuelle Ladung bestehen, wie es oben in dem Einladevorgang beschrieben ist.

**[0064]** In **Fig. 3** sind die Bereiche **B** und **C** als austauschbarer Aufnahmebereich (Ausladebereich) und Ablieferbereich (Einladebereich) gezeigt worden.

**[0065]** In **Fig. 4A** und **Fig. 4B** ist ein Ladebereich **100** mit einer virtuellen Grenze **110** zu sehen. Die virtuelle Grenze **110** zeigt die Grenze, in der Ladungen platziert werden können. In diesem Beispiel ist eine erste Reihe mit drei Spalten zu sehen. Dies bedeutet, dass Ladebereiche **120**, **122** und **124** Seite an Seite und auf solch eine Art und Weise definiert sind, dass passende bzw. geeignete Ladungen durch ein fahrerloses Transportfahrzeug bzw. automatisch geführtes Fahrzeug (AGV, automatic guided vehicle) gemäß der Erfindung platziert werden können. Die Ladebereiche **120**, **122** und **124** sind nahe dem vorderen Teil **112** der virtuellen Grenze **110** definiert und sind vorzugsweise auf solch eine Art und Weise definiert, dass sie sich über den gesamten vorderen Teil **112** erstrecken.

**[0066]** Für ein Transportieren von Ladungen zu den jeweiligen Ladebereichen **120**, **122** und **124** sind Bewegungslinien **130**, **132** und **134** in **Fig. 4B** zu sehen. Diese Bewegungslinien ermöglichen es dem AGV gemäß der vorliegenden Erfindung, die Ladungen auf den Ladebereichen **120**, **122** und **124** zu platzieren.

**[0067]** Ein Beispiel für ein Verfahren für ein Steuern eines AGV, um Ladungen von einem Ladungsaufnahmebereich zu einem Betriebsbereich zu transportieren, auf dem mindestens zwei Ladungen platziert

werden sollen, ist in **Fig. 5** zu sehen. Dieses Verfahren wird auf die folgende Art und Weise ausgeführt:

Nach einem Starten des Verfahrens in Schritt S110 navigiert das AGV zu einem Ladungsaufnahmebereich (Schritt S20). Wenn das AGV in dem Ladungsaufnahmebereich ist, verifiziert das AGV, ob die Aufgabe, (die Ladung) aufzunehmen und zu einem Betriebsbereich zu transportieren, Informationen über die Ladungsabmessung enthält (Schritt S30). In dem Fall, dass die Aufgabe nicht Informationen über die Ladungsabmessung enthält, werden die Ladungsabmessungen in dem Ladungsaufnahmebereich in Schritt S40 identifiziert und fährt das Verfahren mit Schritt S50 fort. In dem Fall, dass die Aufgabe Informationen über die Ladungsabmessung enthält, geht das Verfahren unmittelbar zu Schritt S50. In diesem Schritt S50 nimmt das AGV die Ladung auf. Anschließend ist die Ladung durch das AGV transportierbar.

**[0068]** In dem nächsten Schritt S60 wird es verifiziert, ob die Karte des Betriebsbereichs erweitert worden ist, um den Transportraum zu enthalten, und wird es ebenfalls verifiziert, ob ein Ladeplan existiert. In dem Fall, dass es in Schritt S60 entschieden worden ist, dass die Karte des Betriebsbereichs erweitert worden ist, um den Transportraum zu enthalten, und dass ebenfalls eine Ladeplan existiert, geht das Verfahren zu Schritt S150. In dem Fall, dass die Karte des Betriebsbereichs nicht erweitert worden ist, um den Transportraum zu enthalten, oder dass der Ladeplan nicht existiert, geht das Verfahren zu Schritt S70, in dem das AGV die Aufgabe empfängt, innerhalb des unbekanntes Raums zu navigieren, um den Bereich zu kartieren. Mit anderen Worten navigiert das AGV in dem Betriebsbereich, auf dem die Ladungen platziert werden sollen, um eine Karte des Bereichs zu bekommen bzw. erhalten.

**[0069]** In dem anschließenden Schritt S80 wird die Karte des Betriebsbereichs mit den erlangten Beobachtungen erweitert und in Schritt S90 wird die virtuelle Grenze, die einen Ladebereich definiert, identifiziert und zugeteilt. In dem anschließenden Schritt S100 werden die geometrischen Eigenschaften des Bereichs, um ein Tracken bzw. Verfolgen von der Position des AGV oder der Ausrichtung des AGV zu unterstützen, identifiziert und in dem anschließenden Schritt S110 werden ein Lademuster und Fortbewegungslinien erzeugt, die es dem AGV ermöglichen, Ladungen von dem Aufnahmebereich zu dem Ladebereich zu transportieren.

**[0070]** In dem anschließenden Schritt S120 wird es verifiziert, ob der Ladeplan gültig ist, da es mit einem ungültigen Ladeplan nicht möglich ist, einen Ladebereich in einer effizienten Art und Weise mit den Ladungen zu beladen.

**[0071]** Falls die Verifizierung in Schritt S120 kennzeichnet, dass der Ladeplan nicht gültig ist, wird ein Backup bzw. eine Sicherung von der Sicherheitsentfernung erzeugt oder wird sich zurückbewegt, bis optionale Synchronisierungsmarker des Ladebereichs gesehen werden können, z.B., Synchronisierungsmarker **30a** und **30b** von **Fig. 3**. Nach Schritt S130 wird zurück vor Schritt S70 gesprungen und wird der Kartierungsprozess des Bereichs mit den Schritten S70 bis S110 wiederholt.

**[0072]** Nach Schritt S120 gibt es einen optionalen Schritt 140, in dem die erzeugte Karte und der Plan dem Server des Flottenmanagements mitgeteilt werden können, um den Status für zukünftige Vorgänge oder andere Fahrzeuge verfügbar zu haben. Alternativ kann das Verfahren ebenso unmittelbar von Schritt S120 zu Schritt S150 gehen.

**[0073]** Nach Schritt S120 oder Schritt S140 wird Schritt S150 ausgeführt, in dem die Ladung von dem Ladungsaufnahmebereich platziert wird, während den erzeugten Bewegungslinien präzise gefolgt wird, die als ein Beispiel in **Fig. 4B** mit Bezugszeichen **130**, **132**, **134** zu sehen sind. Eine globale Haltungsschätzung wird auf der Karte unterstützt, während die identifizierten geometrischen Eigenschaften des Ladebereichs verwendet werden.

**[0074]** Nach einem Platzieren der Ladung in Schritt S150 wird es in Schritt S160 geschätzt, ob die Ladung korrekt platziert ist. Falls dieser Test von Schritt S160 negativ ist, d.h., dass die Ladung nicht korrekt platziert ist oder stecken bleibt, wird Schritt S170, in dem es versucht wird, die Ladung zu korrigieren, ausgeführt.

**[0075]** Falls das Ergebnis von Schritt S160 positiv ist, wird es in Schritt S180 geschätzt, ob der Plan vollständig ausgeführt worden ist. In dem Fall, dass der Plan nicht vollständig ausgeführt worden ist, geht das Verfahren von Schritt S180 zurück vor den Schritt S20, so dass das AGV im Stande ist, die nächste Ladung in dem Aufnahmebereich aufzunehmen.

**[0076]** Wenn es sich an dem Ende von Schritt S180 herausstellt, dass der Plan vervollständigt worden ist, navigiert das AGV in Schritt S190 zu einer Warteposition und endet die Prozedur in Schritt S200.

**[0077]** Mit diesem Verfahren ist ein AGV im Stande, Ladungen von einem Aufnahmebereich in einer effizienten Art und Weise und in einer automatisierten Weise zu dem Ladebereich innerhalb der virtuellen Grenzen zu transportieren.

**[0078]** Die Steuerung, die zu bestehenden fahrerlosen Transportfahrzeugen bzw. automatisch geführten Fahrzeugen hinzugefügt werden muss, kann eine Steuerung sein, die im Stande ist, mit bestehen-

den Messwertgebern des fahrerlosen Transportfahrzeugs bzw. automatisch geführten Fahrzeugs verbunden zu werden, oder die ihre eigenen Messwertgeber mitbringen kann, die zu bestehenden fahrerlosen Transportfahrzeugen bzw. automatisch geführten Fahrzeugen oder nicht automatisch geführten Fahrzeugen hinzugefügt werden können, um es den automatisch und nicht automatisch geführten Fahrzeugen zu ermöglichen, das Verfahren der vorliegenden Erfindung auszuführen.

**[0079]** Alternativ kann ein Bediener für ein Steuern des fahrerlosen Transportfahrzeugs bzw. automatisch geführten Fahrzeugs, um Ladungen von dem Ladungsaufnahmebereich zu einem Ladebereich zu transportieren, auf dem Ladungen platziert werden sollen, alle Vorrichtungen und Mittel haben, die erforderlich sind, um das bereits während einer Herstellung enthaltene Verfahren auszuführen.

**[0080]** Die Verfahrensschritte, die in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** zu sehen sind, können ebenfalls mit einem Fahrzeug gemäß einer dritten Ausführungsform, die in **Fig. 6A** und **Fig. 6B** zu sehen ist, ausgeführt werden. Das Fahrzeug, das in **Fig. 6B** zu sehen ist, enthält vorzugsweise einen Lenk- und Antriebsmechanismus, der verwendet wird, um das AGV anzutreiben und zu lenken. In **Fig. 6B** sind das Lenk- und Antriebsrad in einem kombiniert, und zwar mit passiven nachlaufgestützten Rädern auf den Seiten nahe des Lenk-/Antriebsrads. Ein passives Rad auf den Gabeln unterstützt das Fahrzeug während einem Transportieren der Ladung, wobei dies den Fall enthält, wenn die Gabeln in der oberen Position sind.

**[0081]** Andere Ausführungsformen können getrennte Lenk- und Antriebsräder sowie ein nichtlenkbares individuell gesteuertes Paar Antriebsräder (Differentialantrieb) mit passiven Unterstützungsrädern aufweisen. Die Antriebs- und Lenkräder sind mit einem Führungssystem gekoppelt, das Messwertgeber, ein Berechnungsmodul und Steuerungsschnittstellen aufweist und verwendet wird, um das AGV anzutreiben und zu lenken sowie den Hubmechanismus zu bewegen, der vorzugsweise ein Paar Gabeln aufweist. Die Messwertgeber, das Berechnungsmodul und die Steuerungsschnittstellen sind vorzugsweise diejenigen von **Fig. 1B**.

**[0082]** Mit Bezug auf die Verfahrensschritte, die in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** zu sehen sind, können die folgenden Informationen berücksichtigt werden: In diesem Ladealgorithmus wird es angenommen, dass vor einem Starten des Ladevorgangs das AGV die Karte des Hauptbetriebsbereichs hat und im Stande ist, sich auf diesem zu lokalisieren. Mit „Hauptbetriebsbereich“ ist der Bereich, der den Lastkraftwagen-/Containerraum ausschließt, gemeint. Gemäß **Fig. 3** sind diese Bereiche A+C, die Teil der generellen Karte sind, die das AGV hat, und ist B vor dem Ladevor-

gang unbekannt. Dieser Bereich **B** wird während dem Ladevorgang kartiert, so dass die generelle Karte erweitert wird, um den Bereich **B** zu enthalten. Dieses Verständnis von „Hauptbetriebsbereich“ ist verschieden von dem Ausdruck „Betriebsbereich“, der ebenfalls die Bedeutung eines Lastkraftwagen-/Containerrinnenraums haben kann.

**[0083]** Mit dem Ausdruck „lokalisieren“ ist die Fähigkeit gemeint, die gegenwärtige Position und Ausrichtung (ebenfalls als Haltung bezeichnet) des Fahrzeugs bezüglich der Karte des Bereichs zu berechnen und kontinuierlich zu aktualisieren (globale Haltungsschätzung). Das Fahrzeug ist ebenfalls im Stande, Bewegungslinien, die durch das Planungssystem bereitgestellt werden, präzise zu folgen. Bewegungslinien bilden den gesamten Ladeplan (und in ähnlicher Weise Entladeplan), der aus individuellen Bewegungslinien für ein Aufnehmen bzw. Abholen und Platzieren jeder individuellen Ladung besteht. Jede Bewegungslinie ist ein Set aus aufeinanderfolgenden Haltungen, denen gefolgt werden soll, um die Soll-/Zielhaltung zu erreichen. Für jede Bewegungslinie (die ebenfalls Plan oder Unterplan genannt werden kann) berechnet das Führungssystem gewünschte Linear- und Winkelgeschwindigkeiten (oder Lenkwinkelbefehle), um auf der Strecke zu bleiben, d.h., um der berechneten bereitgestellten Bewegungslinie präzise zu folgen.

**[0084]** Das Lokalisierungssystem des Fahrzeugs verwendet Informationen von vielfachen Messwertgebern, um einen gegenwärtigen Haltungskonsens bzw. eine gegenwärtige Haltungsübereinstimmung zu berechnen. Die Hauptmesswertgeber (ebenfalls als globale Messwertgeber bezeichnet) sind die LIDARs **301A** und **301B** (oder **2a**, **2c** der ersten Ausführungsform) in beiden Richtungen einer Fortbewegung. Die LIDARs sind vorzugsweise 2D oder 3D, jedoch können die Messwertgeber **301A** und **301B** von anderer optischer Technologie oder Frequenztechnologie sein, wie Kameras, Sonare und Radare. Das LIDAR **301A** ist vorzugsweise über der Ladung installiert. Optional kann das LIDAR **305** (oder **2b** der ersten Ausführungsform) auf der anderen Seite des ladungsaufnehmenden Mechanismus unter der Ladung oder unter den Gabeln installiert sein, wenn nahe anderen AGVs oder Menschen gearbeitet wird. Das LIDAR **301B** ist vorzugsweise ein 2D- oder 3D-LIDAR in der Richtung, die entgegengesetzt zu der Richtung einer Fortbewegung ist, und dient ebenfalls als ein Sicherheitsmesswertgeber.

**[0085]** Mit Bezug auf das Zeichen **305** wird vorzugsweise ein nach vorne ausgerichteter Sicherheit-LIDAR gekennzeichnet, der eine volle (nicht verdeckte) Sicht in der Richtung einer Fortbewegung haben muss. Alternativ kann ein sich überdeckendes Paar von LIDARs verwendet werden, wie es in **Fig. 2** zu sehen ist. Falls es reduzierte Sicherheitsanforderun-

gen gibt, können diese Messwertgeber weggelassen bzw. ausgeschlossen werden.

**[0086]** Eine lokale Haltungsschätzung (in dem Fahrzeugkoordinatenrahmen) wird mit der Hilfe von dem IMU **303** und den Rad- und Lenk-Encodiereinrichtungen **306**, **307** berechnet und wird mit der globalen Schätzung vereint, um eine konsistente abweichungsfreie globale (in dem Kartenreferenzrahmen) Haltungsschätzung zu haben.

**[0087]** Wenn die Ladeaufgabe empfangen wird, wird das AGV bis zu einem bekannten Aufnahmestandort folgen, um die Ladung mit einem ladungsaufnehmenden Mechanismus, das heißt, vorzugsweise ein Paar Gabeln und die Ladung hat vorzugsweise Einfahrtaschen, zu greifen bzw. in diese einzugreifen. Falls die Präzision der Ladungsaufnahmeposition nicht sichergestellt werden kann oder die Abmessungen nicht kommuniziert werden, wird die Ladung mit der Kamera **302** im Profil dargestellt und werden die Einfahrtaschen identifiziert. Danach senkt das AGV den Hubmechanismus und kommt mit der Ladung in Eingriff. Sobald die Ladung aufgenommen ist, wird der Hubmechanismus erhöht, um die weitere Ladungstransportierung und -platzierung in dem Transportmittel oder Container zu ermöglichen.

**[0088]** Falls die Informationen über das Transportmittel noch nicht erhalten wurden (keine Karte des Innenraums) und der Ladeplan (Lademuster) noch nicht erzeugt wurde, versucht das AGV, in das Transportmittel hineinzufahren, wobei sichere Entfernung zu den Wänden oder dem Ende der Plattform eingehalten werden. Während diesem initialen normalerweise langsamen Hineinfahrprozess wird der Kartenaktualisierungsprozess ermöglicht und werden die Beobachtungen von dem LIDAR **301A** sowie von der Kamera **302** in die Hauptbetriebskarte eingefügt bzw. eingebaut. Die Kamera **302** hat einen Zweck, die Ladungsplatzierung zu verifizieren, und kann sich irgendwo bzw. überall in dem oberen Bereich befinden, um die beste Sicht hinsichtlich des Betriebsbereichs zu haben. Die Kamera **302** kann eine einzelne Bereichskamera (alias RGB-D oder 3D), zwei Kameras, die ein Stereopaar bilden, oder einzig eine Kamera mit einem optionalen nach unten gerichteten Entfernungsmesswertgeber sein, um den Maßstab bzw. das Maß zu erhalten. Die Kamera **302** kann sich ebenfalls an demselben Platz befinden, an dem sich das obere LIDAR und/oder die Neigungs- bzw. Schwenkeinheit befindet. Anstelle der 3D-Kamera kann eine Neigungs- bzw. Schwenkeinheit oder eine Kombination aus einer Neigungs- bzw. Schwenkeinheit mit einer 2D- oder 3D-Kamera bereitgestellt sein.

**[0089]** Es kann eine Fortbewegung von wenigen zehn cm bis zu einem oder zwei Metern innerhalb des Transportmittels erfordern, um genug Informatio-

nen anzusammeln und die Karte zu erweitern, vorzugsweise wenige zehn Zentimeter, nachdem die Laderampe, die die Bucht/den Bereichshallenbereich und das Transportmittel oder den Container verbindet, überwunden ist. Während diesem Schritt werden ebenfalls geometrische Eigenschaften (ebenfalls Merkmale genannt), wie die Bodengrenze, die Wände und ihre Schnittlinien, die verwendet werden, um die lokale Haltungsschätzung im Inneren des Transportmittels zu unterstützen, identifiziert.

**[0090]** Nachdem die Karte erweitert ist, wird der Ladebereich mit einer virtuellen Grenze erweitert bzw. augmentiert und wird das Lademuster (Ladeplan) erzeugt. Das Fahrzeug schreitet mit einer Platzierungsbewegung der Ladung auf die Zielposition basierend auf der erzeugten Ladebewegungslinie fort. Sobald die Zielposition erreicht und verifiziert ist, um unter einem Entfernungsschwellenwert zwischen den benachbarten Ladungen oder den Wänden zu sein, senkt das AGV den Hubmechanismus, um die Ladung zu platzieren. Danach folgt das AGV dem Ladeplan mit der nächsten Ladung und so weiter, bis der Plan vollständig ist.

**[0091]** Während dem Ladungsplatzierungsvorgang kann es passieren, dass der gewünschte Entfernungsschwellenwert wegen einer unpassenden Form der Ladung oder aus anderen Gründen nicht erreicht werden kann. Das Führungssystem überwacht zusätzlich die Ströme des Antriebsmotors oder, falls die Strommesswertgeberinstallation nicht möglich ist, dann einen Druckmesswertgeber zwischen der Ladung und dem Fahrzeug, um die Fälle zu identifizieren, bei denen die Ladung andere Ladungen oder Wände kontaktiert bzw. berührt. Falls der Schwellenwert nicht erreicht wird, versucht das Fahrzeug, die Zielhaltung zu erreichen, jedoch kommunizieren der Strom- oder Druckmesswertgeber eine große Erhöhung im Wert, die als ein Fall einer festgestellten Ladung interpretiert wird, und eine Korrekturtätigkeit wird versucht.

**[0092]** Zusätzlich wird, falls während des Karten-erweiterungsschritts mit einem neuen Transportmittel der Ladeplan aufgrund von Ungültigkeit der Karte, unerwarteten Objekten in dem Transportmittel oder fehlender Übereinstimmung der Ladung mit den Transportmittelabmessungen in der gewünschten Ladungskapazität nicht erzeugt werden kann, die Ladeaufgabe abgebrochen und setzt das AGV aus dem Transportmittel zurück. Basierend auf dem Fehlerfall kann ein manuelles Eingreifen erforderlich sein oder kann das Fahrzeug versuchen, den Transportmittelbereich-Kartierungsprozess zu wiederholen.

**[0093]** Unabhängig von dem Ladeplan, der den ersten Schritt eines Erhaltens der Karte des Transportmittels enthält, bemerkt das AGV die Hindernisse um es herum und wird es entsprechend abhängig von

den Dynamiken dieser Hindernisse entweder durch erneutes Planen eines Pfads/einer Bewegungslinie um es herum für statische Objekte oder durch Warten, bis der Pfad frei für dynamische Objekte ist, reagieren.

**[0094]** Deshalb ist es ebenfalls sicher für das AGV, in das Transportmittel hineinzufahren, ohne vorherige Informationen über dessen Innenbereich zu haben.

**[0095]** Im Gegensatz zu dem Dokument aus dem Stand der Technik US 8,192,137 B2, berücksichtigt die präsentierte Erfindung vorzugsweise eine Palettendichte pro Reihe von maximal zwei, die bezüglich der Gabelhubgestaltung gesehen werden kann. Mit ihrer präsentierten Erfindung ist es möglich, die Wände und das Profil des Transportmittels zu sehen, bevor in es hineingefahren wird, um einen Versatz und einen Winkel von der erwarteten Transportmittelanordnung an dem Tor zu schätzen.

**[0096]** Die vorliegende Erfindung fokussiert sich auf ein Überwinden der Beschränkungen in dem Stand der Technik für AGVs mit einem einzelnen Paar Gabeln oder anderen AGVs, die im Stande sind, eine einzelne Ladung zu transportieren, die nicht mit einem Seitenverschiebungsmechanismus ausgestattet sind und bei denen die gewünschte Ladungsplatzierung in irgendeiner Anordnung sein kann, wobei dies Reihen von mehr als zwei Ladungen enthält. Die vorliegende Erfindung befasst sich ebenfalls mit dem Problem eines Steckenbleibens während der Ladungsplatzierung, bei dem der Stand der Technik nicht im Stande ist, diesen Fall zu identifizieren und die Ladung einfach platzieren würde, sobald der Antriebsstrom oder -druck erhöht wird.

**[0097]** Ein anderer signifikanter Unterschied der vorliegenden Erfindung im Vergleich mit dem Stand der Technik ist, dass sie nicht ein direktes Identifizieren des Versatzes und des Winkels der Transportmittelplatzierung vor dem Hineinfahren in das Transportmittel erfordert. Ein natürliches Vorhandensein dieser Parameter ist einzig der Grund/Auslöser für den Kartenerweiterungsprozessschritt und die Virtuelle-Grenze-Berechnung, und nicht die primäre Suchaufgabe des Algorithmus. Obwohl die Anwesenheit der Wände des Transportmittels vorteilhaft für das Ladeverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung sein würde, ist dies nicht eine strenge bzw. genaue Anforderung und das Verfahren würde auf einem Transportmittel funktionieren, das selbst überhaupt keine Wände hat, oder bei einem Transportmittel, das nicht bei einem Tor platziert ist, sondern z.B. ein Container, der auf dem Boden in einem Betriebsbereich platziert ist.

**[0098]** Die Lösung, die in der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen wird, kann einen zusätzlichen

optischen Messwertgeber haben, der die Konturen der Plattform, deren Maßstab bzw. Maß und die Ladungsplatzierung in Bezug auf die benachbarte Ladung, Wände oder die virtuelle Grenze im Fall einer Abwesenheit von Wänden abtasten bzw. wahrnehmen und identifizieren kann.

**[0099]** Der Bereich-Messwertgeber, der über der Ladung in der Richtung der Gabeln installiert ist, wird verwendet, um die Karte des Führungssystems zu dem neuen Transporter bzw. Transportmittel oder Container zu erweitern, und unterstützt ein Verfolgen der Position und wichtig der Ausrichtung von dem AGV im Inneren des Transportmittels während dem Ladevorgang.

**[0100]** In der Abwesenheit der Wände in dem Transportmittel kann dieser eine beschränkt helfende Unterstützung haben, jedoch können in Kombination mit dem optischen Messwertgeber und dem zweiten Bereich-Messwertgeber, der sich auf der anderen Seite befindet, die Positions- und Ausrichtungsverfolgungsaufgabe ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden.

**[0101]** Es gibt einzig ein einzelnes Führungssystem, das für den gesamten Vorgang verwendet wird, und zwar basierend auf einer natürlichen Navigation - ein im Stand der Technik weithin bekannter Ausdruck, und das keine spezielle externe Ausrüstungsinstallation oder Umgebungsmodifikation erfordert. Die Hilfe bzw. Unterstützung in dem Verfolgen der Position und Ausrichtung wird erreicht durch ein Ermöglichen einer Hilfeingabe in das Multimesstwertgebervereinigung-Verfahren, das zu einer Erhöhung der gesamten Haltungsschätzungspräzision des Hauptführungssystems im Inneren des Transportmittels führt und nicht ein Wechseln zwischen verschiedenen Verfahren erfordert.

**[0102]** Es könnte schwierige Fälle geben, wenn auf dem Weg zu einem Hineinfahren in das Transportmittel ein Lokalisierungsfehler aufgehoben oder als minimal sichergestellt werden muss. In diesem Fall können optionale optische Marker auf dem Weg eines Hineinfahrens in das Transportmittel, z.B. auf einer Wand des Tors oder wanders, installiert werden, so dass sie leicht gesehen werden können, ohne das AGV zu stoppen oder nicht mehr zu leiten.

**[0103]** Das Hauptproblem, wenn die Ladung passend in dem Transportmittel angeordnet wird, wenn das AGV nicht den Seitverschiebungsmechanismus hat, ist, dass, um die Ladung eng an eine Seitenwand oder an eine andere Ladung zu platzieren, wenn mehr als eine Ladung, speziell, wenn mehr als zwei davon, in der Reihe platziert wird, das AGV drehen und sich zu der Wand oder der Ladung hin fortbewegen und dann unmittelbar erneut drehen muss.

<b>[0104]</b> Ziemlich oft kann die Ladung nicht perfekt gebildet werden und solch ein Vorgang kann dazu führen, dass eine Ladung steckenbleibt oder nicht nahe genug platziert wird. Ein Fortführen des Ladevorgangs würde zu der Situation führen, dass nicht alle geplanten Ladungen im Inneren des Transportmittels oder Containers platziert werden können.	<b>112</b>	vorderer Teil
	<b>130</b>	Bewegungslinie
	<b>132</b>	Bewegungslinie
	<b>134</b>	Bewegungslinie
	<b>301A, B</b>	LIDAR
	<b>302</b>	Kamera
<b>[0105]</b> Deshalb ist ein Verfahren eines Detektierens solcher Situationen, ein Verifizieren der Ladungsplatzierung und ein Besitzen eines Korrekturschritts gemäß der vorliegenden Erfindung hilfreich und wird solch eine Lösung ebenfalls in der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen.	<b>303</b>	IMU
	<b>304</b>	Berechnungseinheit
	<b>305</b>	LIDAR
	<b>306, 307</b>	Lenk- und Rad-Encodiereinrichtungen
<b>[0106]</b> Zusammenfassend ist es mit der vorliegenden Erfindung möglich, AGVs (Automatic Guided Vehicles, fahrerlose Transportfahrzeuge bzw. automatisch geführte Fahrzeuge) zu produzieren, die speziell für ein Transportmittel- oder Containerbeladen gestaltet sind. Zudem ist es gemäß der vorliegenden Erfindung ebenfalls möglich, bestehende nichtautomatisierte Fahrzeuge, die für Ladeaufgaben verwendet werden, zu automatisieren, indem ein Automatisierungskit installiert wird. Auf diese Art und Weise werden Messwertgeber und ein Berechnungsmodul in die Antriebselektronik der Fahrzeuge nachgerüstet, damit diese im Stande sind, Geschwindigkeiten zu steuern, das Rad bzw. die Räder zu steuern und den Hubmechanismus des AGV zu steuern.		

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Fahrzeug
<b>2a, b, c</b>	Messwertgeber
<b>3a, 3b</b>	Messwertgeber
<b>5a, 5b</b>	Messwertgeber
<b>6a, 6b</b>	Messwertgeber
<b>7</b>	Messwertgeber- und Berechnungseinheit
<b>10</b>	Fahrzeug
<b>12c, d, e</b>	Messwertgeber
<b>14a, b, c, d, e</b>	Bereichsfinder-Sichtfeld
<b>16a-e</b>	Messwertgeberüberdeckungen
<b>(A), (B), (C)</b>	Bereiche
<b>30a, 30b</b>	Haltungssynchronisierungsmarker
<b>32a, 32b</b>	Haltungssynchronisierungsmarker
<b>100</b>	Ladebereich
<b>110</b>	virtuelle Grenze

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- US 8192137 B2 [0007, 0095]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- „Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion“ von S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas und M. J. Marín-Jiménez, 2014 in Pattern Recogn. 47, 6 (Juni 2014), 2280-2292 [0056]

**Patentansprüche**

1. Verfahren für ein automatisches Steuern eines Fahrzeugs, um mindestens zwei Ladungen von einem Ladungsaufnahmebereich zu einem Betriebsbereich zu transportieren, in dem die mindestens zwei Ladungen in entsprechende Ladebereichen platziert werden sollen, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Aufnehmen einer ersten Ladung mit dem Fahrzeug in dem Ladungsaufnahmebereich,

Führen des Fahrzeugs mit der ersten Ladung durch Führungsmittel von dem Ladungsaufnahmebereich zu dem Betriebsbereich,

Bewegen des Fahrzeugs in dem Betriebsbereich, um virtuelle Grenzen in dem Betriebsbereich zu kartieren, innerhalb deren die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen platziert werden sollen,

Erzeugen eines Lademusters für ein Platzieren der mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen innerhalb der Fahrzeuggrenzen in dem Betriebsbereich und Erzeugen von Fortbewegungslinien, auf denen sich das Fahrzeug mit jeder der mindestens zwei Ladungen fortzubewegen hat, um die mindestens zwei Ladungen in den entsprechenden Ladebereichen zu platzieren, Platzieren der ersten Ladung in dem entsprechenden Ladebereich basierend auf dem erzeugten Lademuster und der erzeugten Fortbewegungslinie für die erste Ladung,

Kartieren des Betriebsbereichs mit der platzierten ersten Ladung, die in dem entsprechenden Ladebereich platziert wird, und Verifizieren, ob die erste Ladung in dem entsprechenden Ladebereich dem Lademuster auf solch eine Art und Weise entspricht, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren, und falls die erste Ladung in dem entsprechenden Ladebereich nicht dem Lademuster auf solch einer Art und Weise entspricht, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren, Korrigieren der Position und/oder Ausrichtung der ersten Ladung auf solch eine Art und Weise, dass es möglich ist, die mindestens eine weitere Ladung gemäß dem Lademuster zu platzieren.

2. Verfahren für automatisches Steuern eines Fahrzeugs gemäß Anspruch 1, wobei, falls während des Schritts eines Platzierens der ersten Ladung in dem entsprechenden Ladebereich ein Ladungssteckenbleiben detektiert wird, es versucht wird, die Ladung korrekt zu platzieren, und optional, falls dies nicht möglich ist, ein Fehlersignal erzeugt wird.

3. Verfahren für ein automatisches Steuern eines Fahrzeugs gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Schritt eines Führens des Fahrzeugs ein Navigieren durch Positionssynchronisierungsschleppunkte und ein Hineinfahren in einen beschränkten Raum,

in dem der Betriebsbereich durch einen Hintereingang oder Ladetore definiert wird, enthält.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeug ein automatisch geführtes Fahrzeug oder nicht automatisch geführtes Fahrzeug ist.

5. Steuerungssystem, das angepasst ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 auszuführen.

6. Automatisch geführtes Fahrzeug mit einem Steuerungssystem gemäß Anspruch 5.

7. Steuerungskit, das angepasst ist, um in einem Fahrzeug installiert zu werden, um es dem Fahrzeug zu ermöglichen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 auszuführen.

8. Steuerungskit gemäß Anspruch 7, wobei das Fahrzeug ein automatisch geführtes Fahrzeug (AGV) oder ein nicht automatisch geführtes Fahrzeug ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

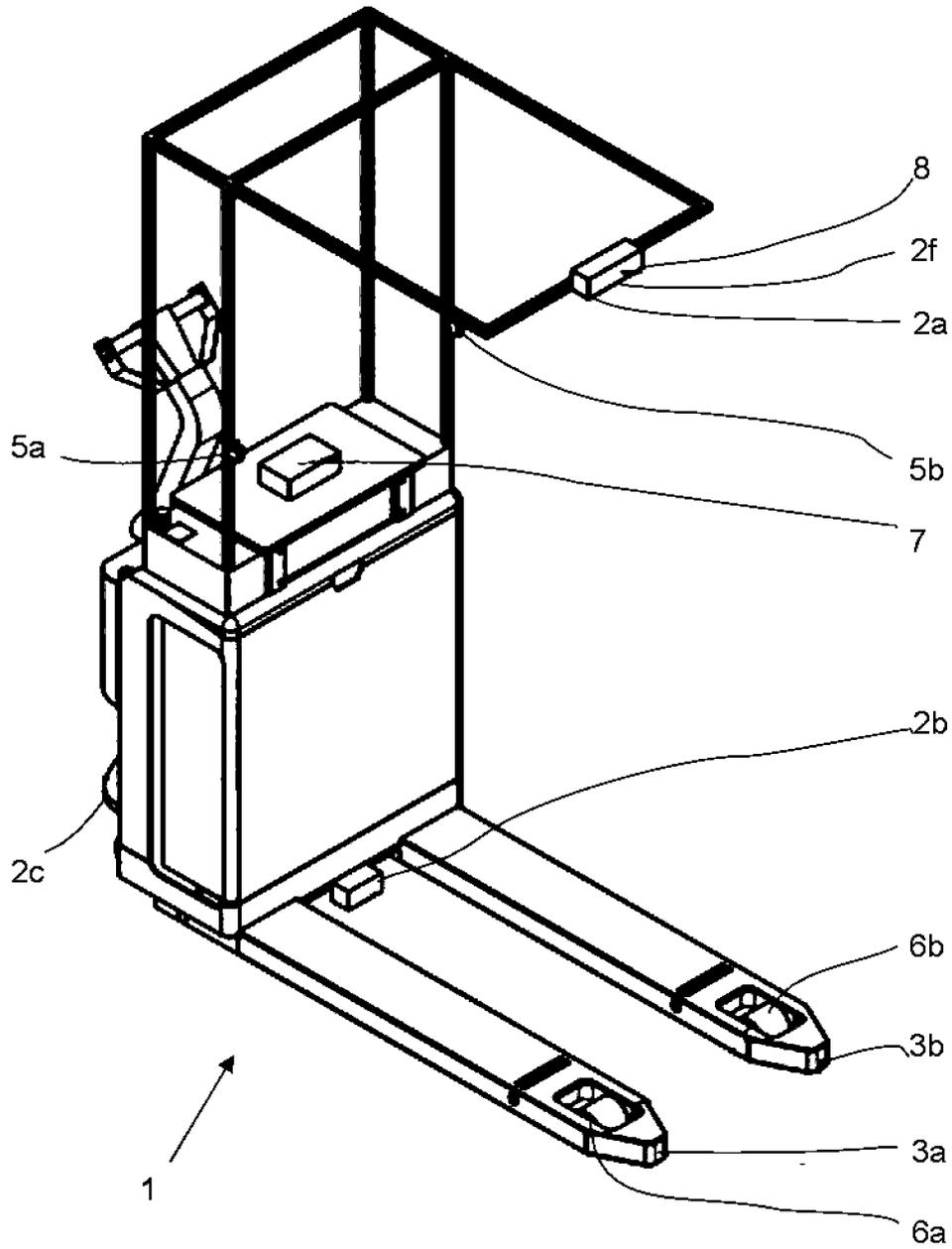


Fig. 1A

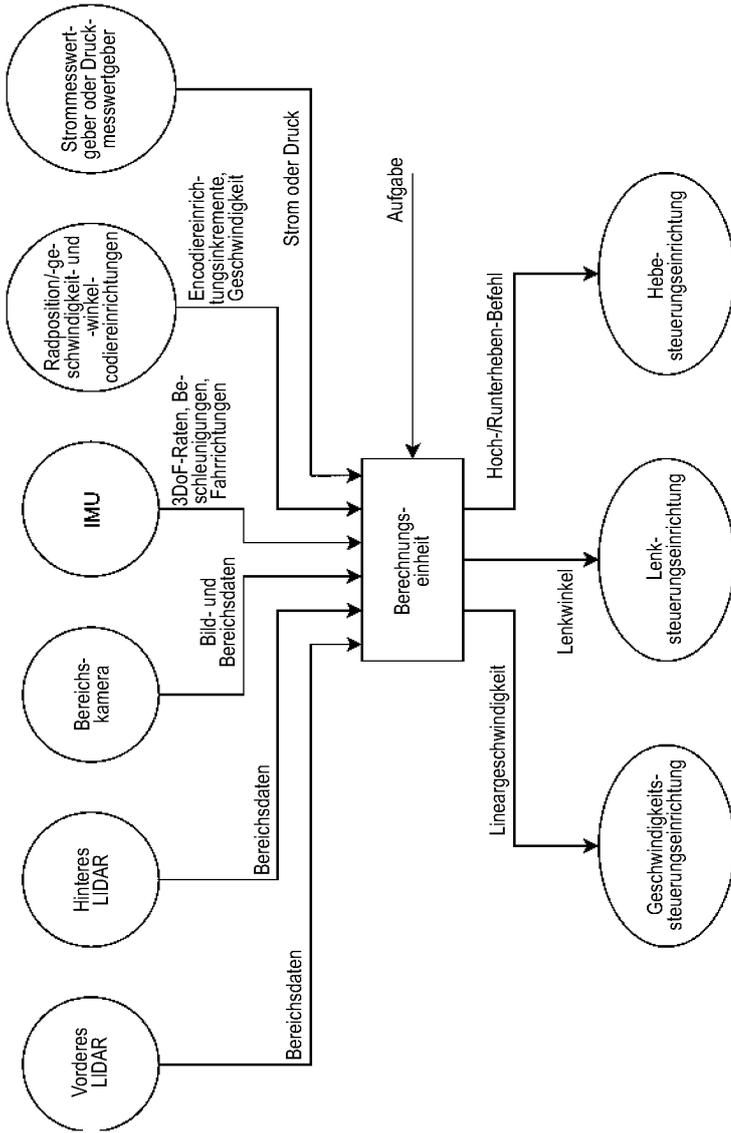


Fig. 1B

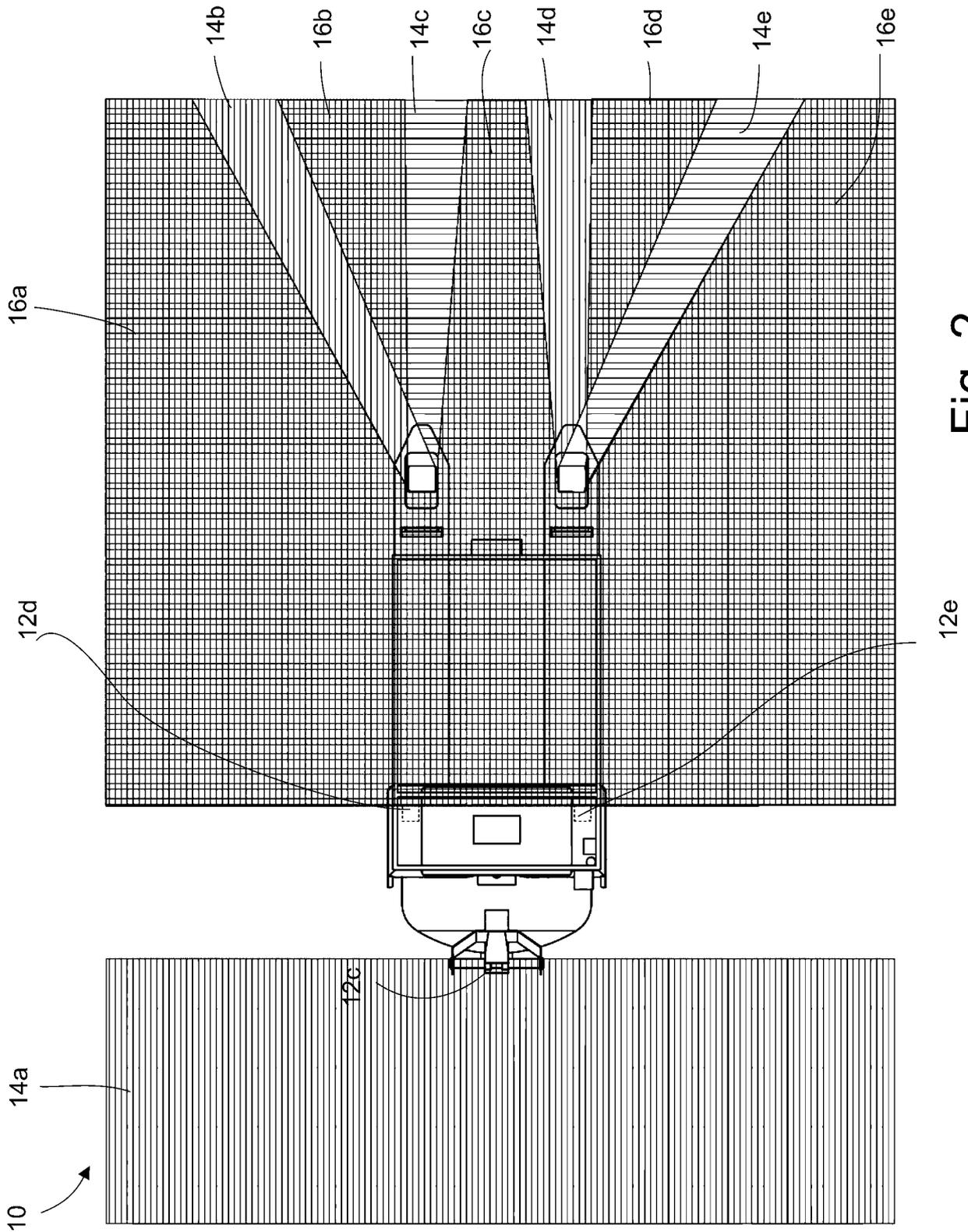


Fig. 2

VT0901P-DE-0047

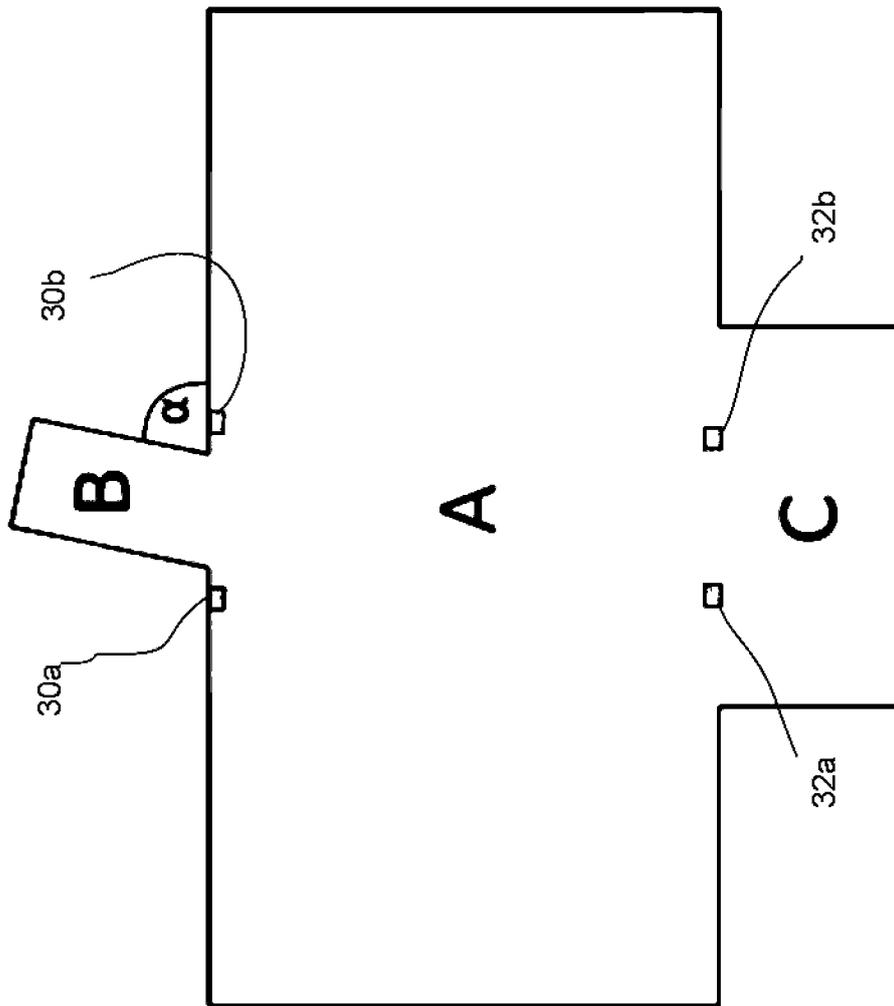


Fig. 3

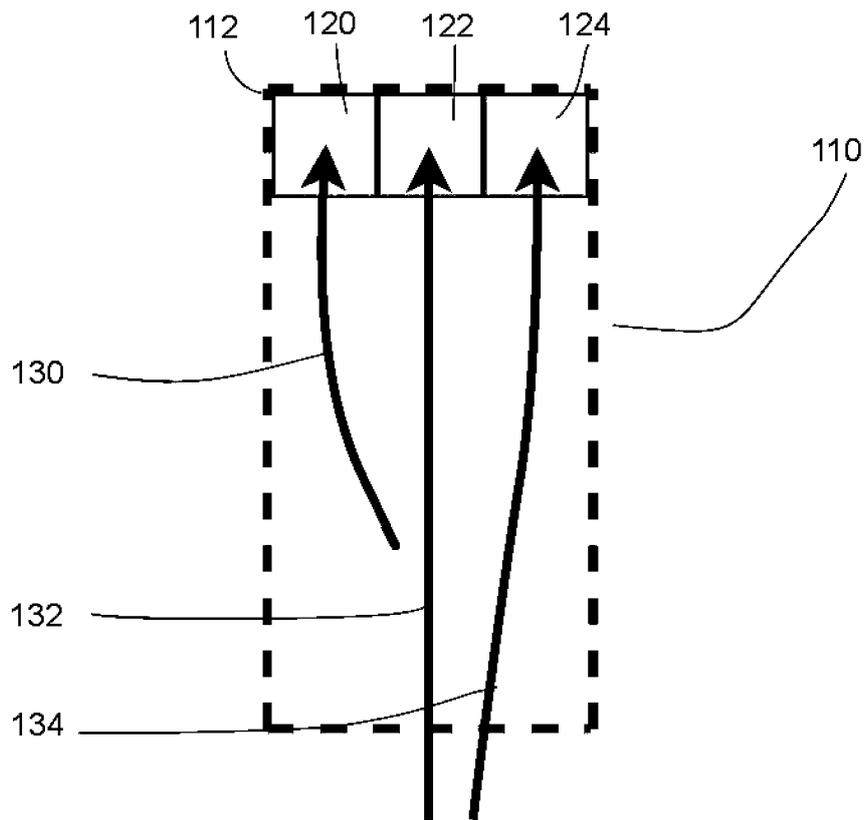
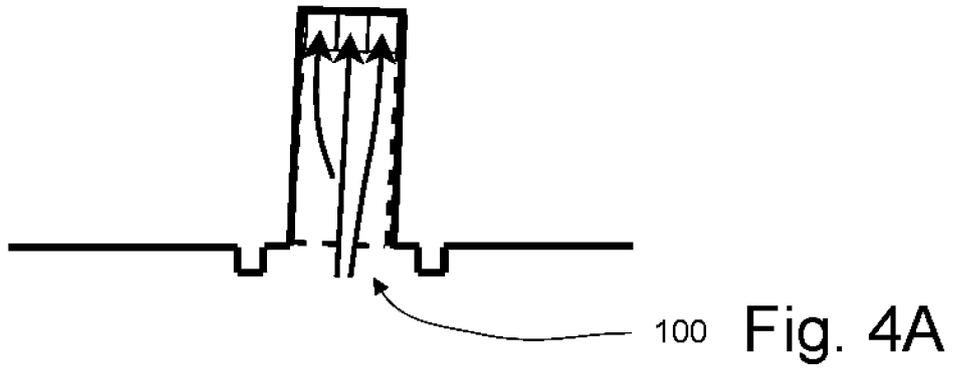


Fig. 4B

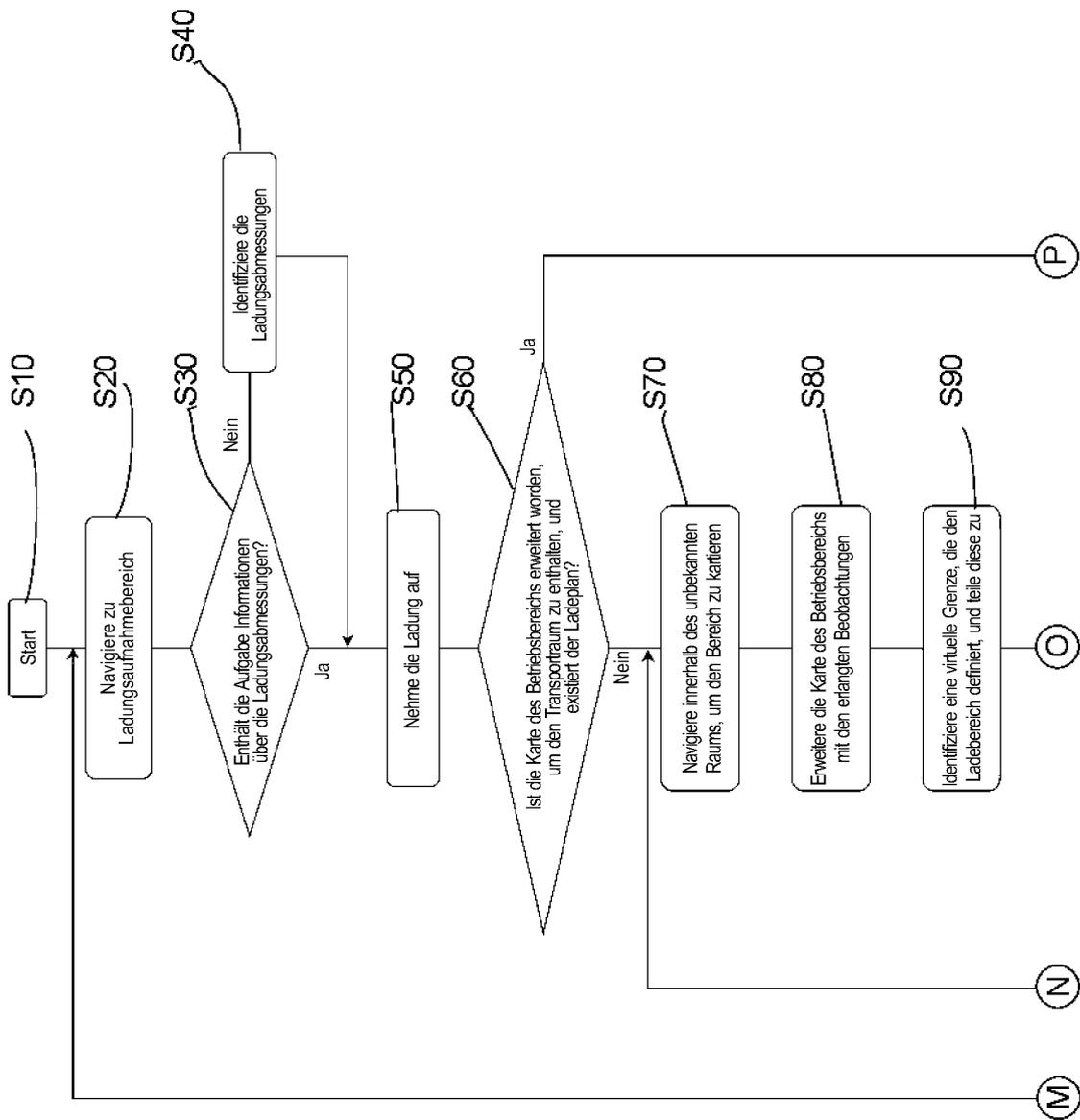


Fig. 5A

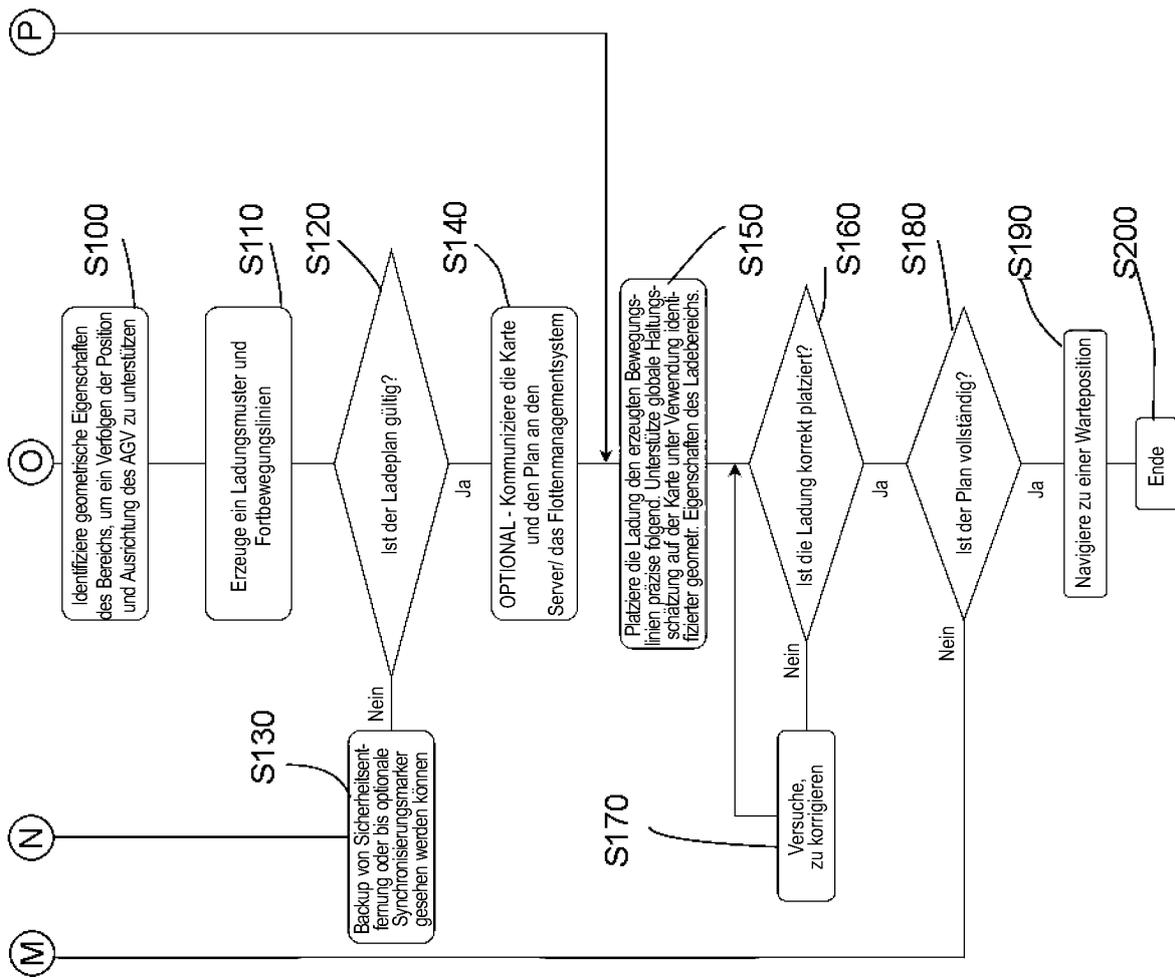


Fig. 5B

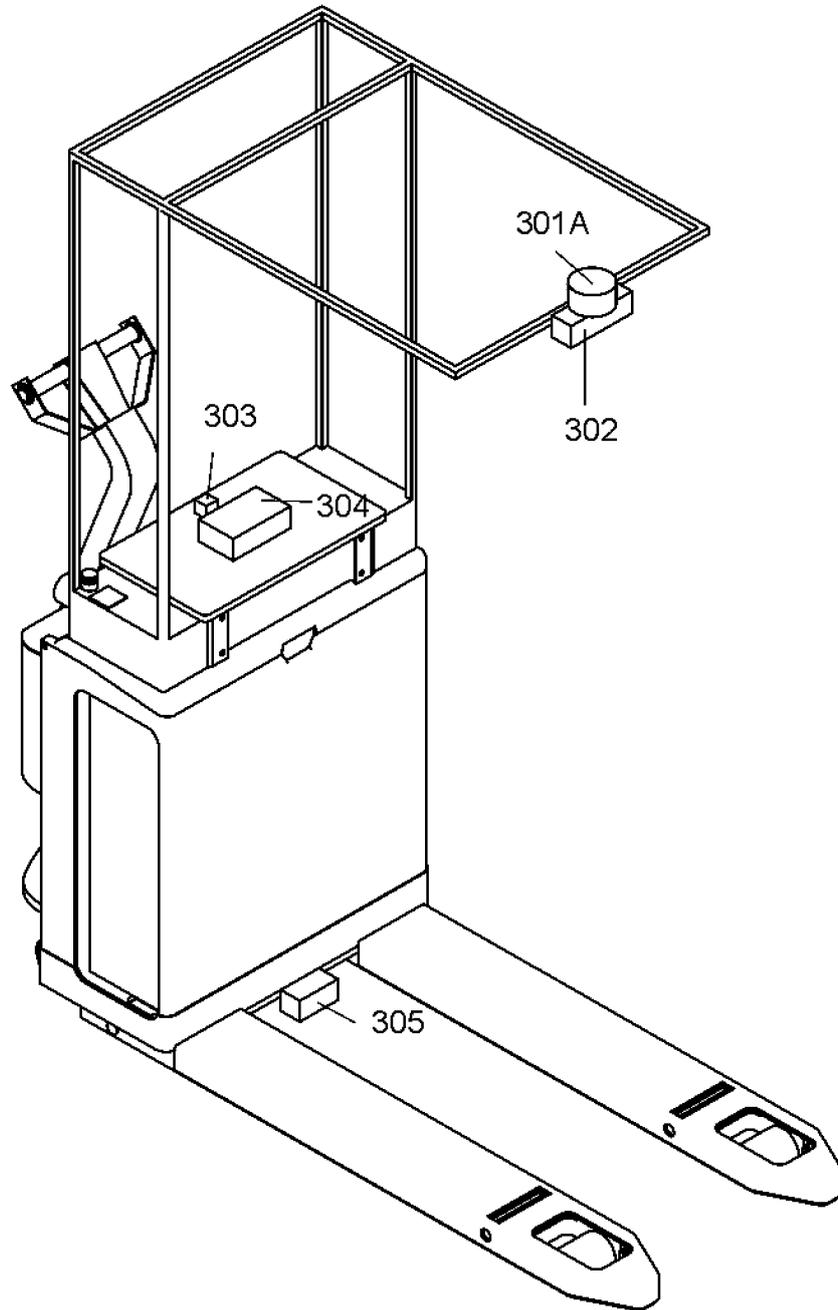


Fig. 6A

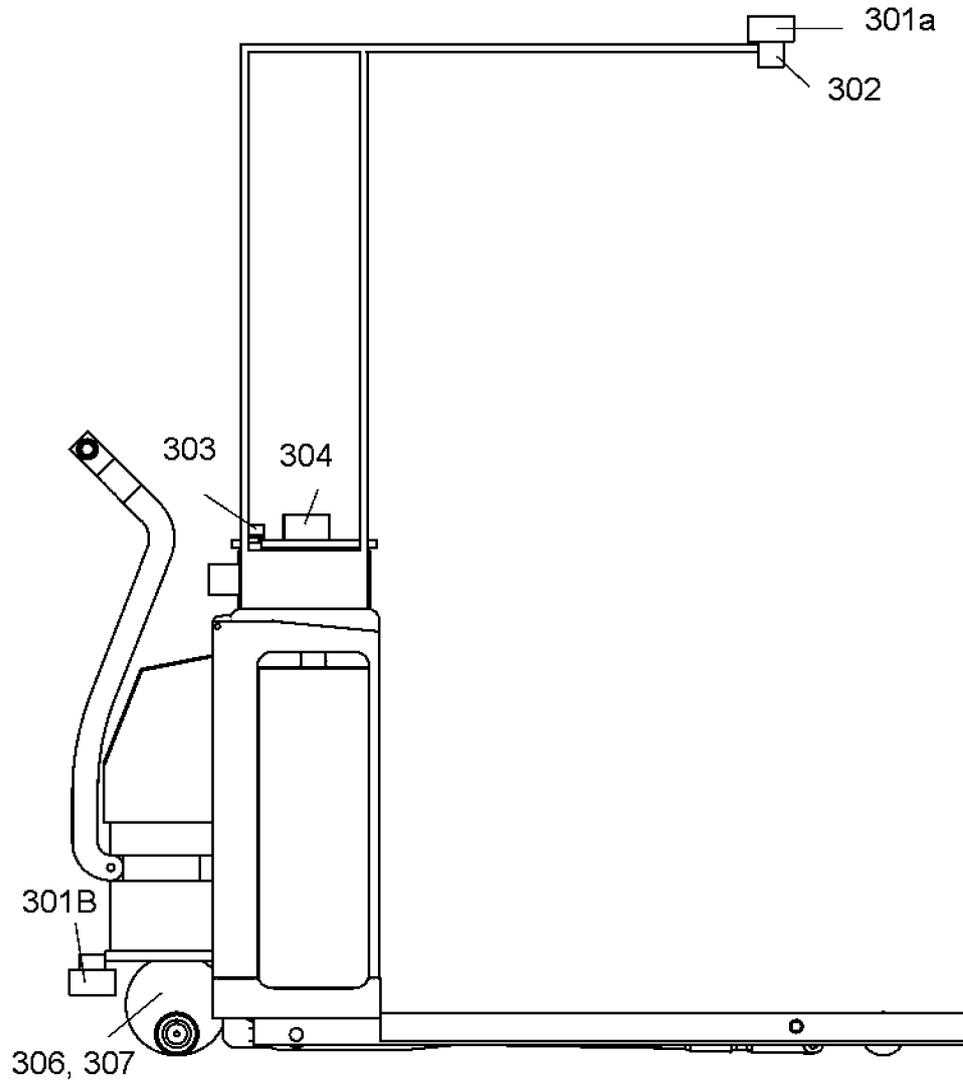


Fig. 6B