

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50778/2021 (51) Int. Cl.: **B25J 9/16** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 30.09.2021 **G05D 1/02** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2023 **G06Q 10/08** (2012.01)
G06Q 10/087 (2023.01)

(71) Patentanmelder:
TGW Logistics Group GmbH
4614 Marchtrenk (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren und Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern von einer Quellposition in einen Zielbereich**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern (2) von einer Quellposition (Q1..Q3) in einen Zielbereich (ZB, ZB') durch eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b). Dabei wird ein Ladegut (2) von einem Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) gemäß einem Transportauftrag von einer Quellposition (Q1..Q3) zu einem Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) transportiert, welcher dem auftragsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') zugeordnet ist. Wenn der Zielbereich (ZB, ZB') frei von einem anderen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) ist, wird das Ladegut (2) auf einem der Lagerplätze (L1..L3, L1'..L3') des Zielbereichs (ZB, ZB') abgestellt. Eine Zuordnung eines Ladeguts (2) zu einem freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') wird dabei vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) im Zielbereich (ZB, ZB') abgeleitet.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern (2) von einer Quellposition (Q1..Q3) in einen Zielbereich (ZB, ZB') durch eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b). Dabei wird ein Ladegut (2) von einem Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) gemäß einem Transportauftrag von einer Quellposition (Q1..Q3) zu einem Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) transportiert, welcher dem auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') zugeordnet ist. Wenn der Zielbereich (ZB, ZB') frei von einem anderen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) ist, wird das Ladegut (2) auf einem der Lagerplätze (L1..L3, L1'..L3') des Zielbereichs (ZB, ZB') abgestellt. Eine Zuordnung eines Ladeguts (2) zu einem freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') wird dabei vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) im Zielbereich (ZB, ZB') abgeleitet.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Transportieren von Ladegütern von einer Quellposition in einen Zielbereich durch eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge in einem zwischen der Quellposition und dem Zielbereich liegenden Fahrbereich.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Transportsystem zur Durchführung eines Verfahrens der oben genannten Art.

Ein Verfahren und ein Transportsystem der genannten Art sind grundsätzlich bekannt. Beispielsweise offenbart die EP 3 591 487 A1 dazu ein Transportsystem mit einer Vielzahl von autonomen Flurförderfahrzeugen (AGVs), welche von einer zentralen Kontrolleinheit einen Transportauftrag und eine Transportroute vorgegeben bekommen. Die Flurförderfahrzeuge operieren in einem Warenlager mit mehreren Gassen beziehungsweise Sackgassen, in welchen die Flurförderfahrzeuge einander nicht passieren können. In einem virtuellen Abbild des Warenlagers sind jeweils an den Gasseneingängen virtuelle Knotenpunkte hinterlegt, an welchen abgefragt wird, ob sich ein Flurförderfahrzeug in der jeweiligen Gasse befindet. Ein Flurförderfahrzeug fährt nur dann in die Gasse ein, wenn diese frei ist.

Die WO 2017/165873 A1 offenbart weiterhin ein Verfahren zum Reihensetzen von Robotern, welche für einen Zielort bestimmt sind, wobei festgestellt wird, ob ein erster Roboter den Zielort besetzt. Befindet sich ein zweiter Roboter, welcher für den Zielort bestimmt ist, in einer dem Zielort nahe gelegenen Zielzone, wird der zweite Roboter an eine Warteposition navigiert, an welcher er wartet, bis der erste Roboter den Zielort verlassen hat.

Problematisch an den bekannten Verfahren ist, dass diese relativ starren Regeln folgen und die Flurförderfahrzeuge zentral verwaltet sind und daher über keine oder nur wenig autonome Entscheidungsfreiheit verfügen. Bekannte Verfahren sind daher vergleichsweise inflexibel im Hinblick auf unvorhersehbare Ereignisse, was zu Leistungseinbußen führt.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren und Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern von einer Quellposition in einen Zielbereich anzugeben. Insbesondere soll ein solches Verfahren und Transportsystem flexibel auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren können, um Leistungseinbußen nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren zum Transportieren von Ladegütern von einer Quellposition in einen Zielbereich durch eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge in einem zwischen der Quellposition und dem Zielbereich liegenden Fahrbereich gelöst. Dabei weist der Zielbereich mehrere Lagerplätze für jeweils ein Ladegut auf, und im Fahrbereich ist wenigstens ein dem Zielbereich zugeordneter Warteplatz für ein autonomes Flurförderfahrzeug angeordnet. Das Verfahren umfasst dabei die folgenden Schritte:

- a) Erfassen von mehreren Transportaufträgen, die jeweils eine Quellposition, von welcher ein Ladegut abzuholen ist, sowie einen Zielbereich beinhalten, in welchem das Ladegut abzugeben ist, durch ein elektronisches Steuersystem, welches einen Steuerrechner umfasst,
- b) Zuordnen je eines Transportauftrags zu je einem autonomen Flurförderfahrzeug,
- c) Abholen eines Ladeguts von der auftragungsgemäßen Quellposition, und Transportieren des Ladeguts zu einem dem auftragungsgemäßen Zielbereich zugeordneten Warteplatz durch das dem jeweiligen Transportauftrag im Schritt b) zugeordnete autonome Flurförderfahrzeug,
- d) Prüfen eines Zugänglichkeitsstatus des auftragungsgemäßen Zielbereichs, wobei der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wenn der Zielbereich frei von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug ist,

- e) Einfahren des zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeugs in den auftragsgemäßen Zielbereich und Abstellen des Ladeguts auf einem dem Ladegut zugeordneten freien Lagerplatz des auftragsgemäßen Zielbereichs, wenn die Prüfung im Schritt d) ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist,
- f) Ausfahren des zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeugs aus dem auftragsgemäßen Zielbereich,
- wobei die Schritte c) bis f) für mehrere autonome Flurförderfahrzeuge durchgeführt werden und
 - wobei eine Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge im Zielbereich abgeleitet wird.

Weiterhin wird die Aufgabe der Erfindung durch ein Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern gelöst, umfassend

- eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge,
- ein elektronisches Steuersystem, welches einen Steuerrechner umfasst,
- mehrere Quellpositionen, an denen Ladegüter bereitstellbar sind,
- einen Zielbereich mit mehreren Lagerplätzen für jeweils ein Ladegut,
- einen zwischen der Quellposition und dem Zielbereich liegenden Fahrbereich, welcher durch die Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge befahrbar ist, und
- wenigstens einen im Fahrbereich angeordneten und dem Zielbereich zugeordneten Warteplatz für ein autonomes Flurförderfahrzeug,
- wobei das elektronische Steuersystem dazu eingerichtet ist, mehrere Transportaufträge zu erfassen, die jeweils eine Quellposition beinhalten, von welcher ein Ladegut abzuholen ist, sowie einen Zielbereich beinhalten, in welchem das Ladegut abzugeben ist,
- wobei der Steuerrechner oder die Flurförderfahrzeuge dazu ausgebildet sind, eine Zuordnung je eines Transportauftrags zu je einem autonomen Flurförderfahrzeug vorzunehmen,
- wobei der Steuerrechner oder die Flurförderfahrzeuge dazu ausgebildet sind, einen Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs zu prüfen, wobei der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wenn der Zielbereich frei von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug ist, und
- wobei die Flurförderfahrzeuge dazu ausgebildet sind,

- i) ein Ladegut von der auftragungsgemäßen Quellposition abzuholen und zu einem dem auftragungsgemäßen Zielbereich zugeordneten Warteplatz zu transportieren,
- ii) in den auftragungsgemäßen Zielbereich einzufahren und das Ladegut auf einem dem Ladegut zugeordneten freien Lagerplatz des auftragungsgemäßen Zielbereichs abzustellen, wenn die Prüfung des Zugänglichkeitsstatus ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wobei eine Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge im Zielbereich abgeleitet ist, und
- iii) wieder aus dem auftragungsgemäßen Zielbereich auszufahren.

Insbesondere treffen die autonomen Flurförderfahrzeuge im Zielbereich in ungeplanter Reihenfolge ein. Im Speziellen wird eine Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz nur von dem in ungeplanter Reihenfolge erfolgenden Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge im Zielbereich abgeleitet.

Insbesondere kann das zugeordnete autonome Flurförderfahrzeug nach dem Ausfahren aus dem auftragungsgemäßen Zielbereich einen nächsten Auftrag ausführen, im Speziellen einen Auftrag nach Schritt a), es kann aber auch beispielsweise eine Ladestation anfahren.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ist das Verfahren relativ flexibel und folgt keinen starren Regeln. Zudem verfügen die Flurförderfahrzeuge über vergleichsweise große Entscheidungsfreiheit. Daher kann flexibel im Hinblick auf unvorhersehbare Ereignisse reagiert werden, beispielsweise wenn ein autonomes Flurförderfahrzeug beim Transport eines Ladeguts ungeplant anhalten muss, um eine drohende Kollision mit einem anderen Objekt zu vermeiden. Durch die freie Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz können Leistungseinbußen aufgrund solcher unvorhersehbarer Ereignisse vermieden oder wenigstens abgemildert werden.

Insbesondere können die Lagerplätze nebeneinander beziehungsweise hintereinander angeordnet sein und eine (Sackgasse) bilden.

Optional können die Transportaufträge zusätzlich zur Quellposition und zur Zielposition das Ladegut selbst beinhalten.

Vorteilhaft erfolgt die Zuordnung des Ladeguts zu einem freien Ladeplatz insbesondere ohne Sequenzierung, das heißt dass keine Sequenz gebildet wird. Das Zuordnen des Ladeguts zu einem freien Lagerplatz erfolgt im Wesentlichen derart, dass das Ladegut eines ersten eintreffenden Flurförderfahrzeugs einem ersten freien Lagerplatz zugeordnet wird, das Ladegut eines zweiten eintreffenden Flurförderfahrzeugs einem zweiten freien Lagerplatz zugeordnet wird, und so weiter. Das Eintreffen der Flurförderfahrzeuge im Zielbereich folgt also nicht notwendigerweise einer vorgegebenen Sequenz, sondern die Flurförderfahrzeuge können auch in ungeplanter Reihenfolge im Zielbereich eintreffen. „In ungeplanter Reihenfolge“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Steuerrechner nicht aktiv zur Bildung einer Sequenz der Flurförderfahrzeuge in die Abläufe im Transportsystem eingreift. Beispielsweise folgt einem außerplanmäßigen Halt eines autonomen Flurförderfahrzeugs kein Korrekturingriff des Steuerrechners zur Wiederherstellung einer allfälligen Sequenz. Selbstverständlich können aber andere Befehle an die Flurförderfahrzeuge übermittelt werden. Treffen die Flurförderfahrzeuge in ungeplanter Reihenfolge im Zielbereich ein, so kann die Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz von dieser Reihenfolge abgeleitet werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich nun aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren.

Mit Vorteil erfolgt das Erfassen der Transportaufträge durch den Steuerrechner des elektronischen Steuersystems. Alternativ kann der Steuerrechner die Transportaufträge erstellen, beispielsweise auf Basis von Kundenaufträgen oder Warenanforderungen im Zielbereich.

In einer bevorzugten Ausführung umfasst das elektronische Steuersystem den Steuerrechner und einen Auftragsrechner. Mit Vorteil ist der Auftragsrechner mit dem Steuerrechner verbunden. Der Auftragsrechner ist bevorzugt dazu ausgebildet Kundenaufträge zu erfassen und an den Steuerrechner zu übermitteln. Die

Transportaufträge können dann durch den Steuerrechner erstellt werden. Alternativ kann der Auftragsrechner dazu ausgebildet sein, die Kundenaufträge zu erfassen und auf Basis der Kundenaufträge Transportaufträge zu erstellen. Der Auftragsrechner kann die Transportaufträge an den Steuerrechner übermitteln.

Vorzugsweise umfasst der Fahrbereich eine Reservierungsposition und eine Freigabeposition, welche von den autonomen Flurförderfahrzeugen, überfahrbar sind, wobei der Steuerrechner oder die Flurförderfahrzeuge dazu ausgebildet sind, den Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs infolge des Überfahrens der Reservierungsposition von „unbesetzt“ auf „besetzt“ zu ändern und infolge des Überfahrens der Freigabeposition von „besetzt“ auf „unbesetzt“ zu ändern.

Die Reservierungsposition und/oder Freigabeposition kann einen Durchfahrsensor, beispielsweise eine Lichtschranke, eine Kamera oder einen Gewichtssensor, umfassen, welcher ein Durchfahren der jeweiligen Position durch das autonome Flurförderfahrzeug erfasst.

Mit Vorteil ist eine gemeinsame Reservierungs- und Freigabeposition vorgesehen, welche die sowohl die Freigabeposition als auch die Reservierungsposition umfasst. Somit können die Freigabeposition und die Reservierungsposition ortsgleich beziehungsweise überlappend angeordnet sein.

An dieser Stelle wird angemerkt, dass die Reservierungsposition und die Freigabeposition in der Realität nicht unendlich klein sein können. Demgemäß können der Begriff „Reservierungsposition“ gleichwertig durch „Reservierungsbereich“ und der Begriff „Freigabeposition“ gleichwertig durch „Freigabebereich“ ersetzt werden.

Weiterhin wird angemerkt, dass das Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge im Zielbereich vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge an der Reservierungsposition abhängt. Demgemäß wird eine Zuordnung eines Ladeguts zu einem freien Lagerplatz primär vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge an der Reservierungsposition und erst in Folge vom Eintreffen im Zielbereich abgeleitet. Die Reihenfolge der Flurförderfahrzeuge an der Reservierungsposition und im Zielbereich ist aber identisch.

Vorteilhaft weist der Zielbereich einen Rangierbereich auf, welcher vorzugsweise in den Fahrbereich hineinragt. Auf diese Weise wird der Zugang zu den Lagerplätzen freigehalten und das Ausfahren eines autonomen Flurförderfahrzeugs aus dem Zielbereich erleichtert. Es kann vorgesehen sein, dass der Rangierbereich auch von anderen autonomen Flurförderfahrzeugen (also nicht nur den Flurförderfahrzeugen, die einem Transportauftrag zugeordnet sind) befahren werden kann, sofern dieser frei ist. Besonders bevorzugt umfasst der Rangierbereich die Reservierungs- und/oder Freigabeposition. Dadurch wird der Zugänglichkeitsstatus beim Einfahren in oder Ausfahren aus dem Rangierbereich geändert. Vorteilhaft ist es auch, wenn die Ladegüter von den autonomen Flurförderfahrzeugen der Reihe nach auf den Lagerplätzen abgestellt werden, vorzugsweise sodass alle Lagerplätze belegt werden können. Insbesondere werden die Ladegüter der Reihe nach beginnend bei einem vom Rangierbereich am weitesten entfernten Lagerplatz abgestellt. Mit Hilfe der vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Zielbereich vollständig mit Ladegütern belegt werden.

Günstig ist es, wenn einem Zielbereich mehrere Warteplätze zugeordnet sind, welche eine Wartereihe bilden, und ein autonomes Flurförderfahrzeug einen freien Warteplatz der Wartereihe anfährt, insbesondere jenen freien Warteplatz, welcher in der Wartereihe am weitesten vorne gereiht ist, oder von einem Warteplatz auf einen nächstgereihten freien Warteplatz, insbesondere in Richtung Zielbereich, vorrückt. Insbesondere wird dieser Vorgang vom autonomen Flurförderfahrzeug selbständig, das heißt ohne Steuerbefehl des Steuerrechners durchgeführt. Auf diese Weise bildet sich eine Warteschlange vor dem Zielbereich. Dieser kann daher in effizienter Weise mit Ladegütern belegt werden. Die Wartelistenplätze müssen hierfür nicht nebeneinander angeordnet sein. Hierbei ist vorzugsweise vorgesehen, dass das Einfahren in den Zielbereich vom in der Wartereihe am weitesten vorne gereihten bzw. erstgereihten Warteplatz erfolgt. Ein Vorrücken erfolgt hierbei von einem Warteplatz auf den nächstgereihten Warteplatz in Richtung des erstgereihten Warteplatz. Die Warteplätze sind hierbei vorzugsweise so angeordnet, dass der erstgereichte Warteplatz am nächsten zum Zielbereich positioniert ist und ein letztgereihter Warteplatz am weitesten vom Zielbereich entfernt ist. Der

Begriff „Entfernung“ ist dabei nicht unbedingt topologisch gemeint, sondern primär organisatorisch.

Günstig ist es, wenn das Transportsystem mehrere im Steuerrechner erfasste und einem Zielbereich statisch zugeordnete Warteplätze aufweist. Dadurch kann das Transportsystem mit relativ geringem Steueraufwand betrieben werden. Von Vorteil ist es aber auch, wenn das Transportsystem mehrere im Steuerrechner erfasste und einem Zielbereich vom Steuerrechner dynamisch zugewiesene Warteplätze oder mehrere von den autonomen Flurförderfahrzeugen dynamisch erstellte Warteplätze aufweist. Auf diese Weise kann der Fahrbereich optimal genutzt werden, da Warteplätze nur bedarfsweise erzeugt werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein Abschnitt des Fahrbereichs im Zeitverlauf Warteplätze aufweist, die temporär verschiedenen Zielbereichen zugeordnet sind. Im Hinblick auf dynamisch erstellte Warteplätze wird im Übrigen angemerkt, dass die Flurförderfahrzeuge einem Transportauftrag und somit einem Zielbereich zugeordnet sind, und daher auch der von dem jeweiligen Flurförderfahrzeug erstellte Warteplatz dem jeweiligen Zielbereich zugeordnet ist.

Günstig ist es auch, wenn ein autonomes Flurförderfahrzeug einen Transportauftrag der im Schritt a) erfassten Transportaufträge selbständig annimmt und autonom ausführt. Dadurch kann ein hohes Maß an Dezentralität (und daher ein geringes Maß an notwendiger zentraler Steuerkomplexität) erreicht werden. Alternativ kann aber auch vorgesehen sein, dass einem autonomen Flurförderfahrzeug ein Transportauftrag der im Schritt a) erfassten Transportaufträge vom Steuerrechner zugewiesen wird, welcher vom autonomen Flurförderfahrzeug nach Erhalt autonom ausgeführt wird. Auf diese Weise wird wenigstens die Vergabe der Transportaufträge zentral gesteuert, wodurch die Abläufe im Transportsystem besser planbar werden.

In einer weiteren Ausführungsvariante werden die Lagerplätze eines vollständig belegten Zielbereichs erst dann erneut mit Ladegütern belegt, wenn der betreffende Zielbereich zuvor vollständig geleert wurde. Auf diese Weise kann ein Zielbereich alternierend für den Zugang durch die autonomen Flurförderfahrzeuge

freigegeben oder gesperrt werden. Ein für die autonomen Flurförderfahrzeuge gesperrter Zielbereich kann dagegen für den Zugang für Arbeiter im Transportsystem freigegeben werden, beispielsweise damit die Arbeiter Ladegüter aus dem Zielbereich entnehmen können. Das Verfahren ist damit besonders sicher. Ein Zielbereich ist dann „vollständig belegt“, wenn sämtliche Lagerplätze des betreffenden Zielbereichs jeweils mit einem Ladegut belegt sind oder kein freier Lagerplatz mehr zugänglich ist. Demnach gilt ein Zielbereich auch dann als „vollständig belegt“, wenn im Zielbereich zwar an sich noch freie Lagerplätze vorhanden sind, diese jedoch nicht mehr erreicht werden können, weil der Weg dorthin mit Ladegut verstellt ist. Ein Zielbereich ist dann „vollständig geleert“, wenn keiner der Lagerplätze des betreffenden Zielbereichs mit einem Ladegut belegt ist.

Von besonderem Vorteil ist es auch, wenn das Transportsystem mehrere Zielbereiche aufweist, welche alternierend belegt und geleert werden. Dadurch werden die Abläufe im Transportsystem nur wenig gestört, wenn ein Zielbereich alternierend für den Zugang durch die autonomen Flurförderfahrzeuge freigegeben oder gesperrt wird.

Eine alternierende Befüllung der Zielbereiche kann gemäß einer ersten Ausführung derart erfolgen, dass ein zweiter Zielbereich erst dann belegt wird, wenn der erste Zielbereich vollständig belegt ist. Entsprechend kann ein alternierendes Leeren der Zielbereiche gemäß der ersten Ausführung derart erfolgen, dass der zweite Zielbereich erst dann geleert wird, wenn der erste Zielbereich vollständig geleert ist.

Gemäß einer zweiten Ausführung kann die alternierende Befüllung der Zielbereiche auch derart erfolgen, dass die Lagerplätze unterschiedlicher Zielbereiche alternierend belegt werden. Ebenso kann gemäß der zweiten Ausführung das alternierende Leeren der Zielbereiche derart erfolgen, dass die Lagerplätze der unterschiedlichen Zielbereiche alternierend geleert werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Befüllen gemäß der ersten Ausführung und das Leeren gemäß der zweiten Ausführung oder umgekehrt erfolgt.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn zu den autonomen Flurförderfahrzeugen virtuelle Zwillinge in einer Simulationsumgebung auf dem Steuerrechner existieren und zumindest die Prüfung gemäß Schritt d) in der Simulationsumgebung ausgeführt wird, beziehungsweise die Simulationsumgebung zumindest für die Prüfung des Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs eingerichtet ist. Durch die virtuellen Zwillinge können auch komplexe Steueraufgaben gelöst werden. Insbesondere kann die Kommunikation von autonomen Flurförderfahrzeugen, die in der realen Welt über keine Kommunikationsmöglichkeit untereinander verfügen, über deren virtuelle Zwillinge ermöglicht werden.

Von Vorteil ist es auch, wenn das Ladegut im Schritt c) in einem dem auftragsgemäßen Zielbereich zugeordneten Warteplatz abgestellt wird, sofern der auftragsgemäße Zielbereich von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug belegt ist oder ein dem Zielbereich näher liegender Warteplatz von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug oder einem anderen Ladegut belegt ist. Das Ladegut wird dann von einem aus dem Zielbereich ausfahrenden autonomen Flurförderfahrzeug aufgenommen und auf einem freien Lagerplatz des auftragsgemäßen Zielbereichs abgestellt. Die Schritte d) und e) können dann für das ursprünglich zugeordnete Flurförderfahrzeug entfallen, beziehungsweise geht die Zuordnung eines Transportauftrags in diesem Fall von einem Flurförderfahrzeug auf ein anderes, insbesondere auf das aus dem Zielbereich ausfahrende autonome Flurförderfahrzeug, über. Auf diese Weise wird vermieden, dass Flurförderfahrzeuge übermäßig lange mit einem Ladegut belegt sind. Infolgedessen kann eine vergleichsweise kleine Anzahl an Flurförderfahrzeugen eine große Anzahl von Transportaufträgen erledigen.

Günstig ist es auch, wenn das Transportsystem eine primäre Wartezone und eine von der primären Wartezone beabstandete sekundäre Wartezone aufweist, wobei die Warteplätze der primären Wartezone jeweils einem Zielbereich statisch zugeordnet sind, wohingegen Warteplätze der sekundären Wartezone einem Zielbereich dynamisch zugeordnet sind. Durch das Vorsehen einer sekundären Wartezone können insbesondere auch Transportsysteme realisiert werden, bei denen

vor den Zielbereichen nur wenig Platz zur Verfügung steht. Ein autonomes Flurförderfahrzeug fährt in diesem Fall einen Warteplatz der sekundären Wartezone an und rückt dann auf einen Warteplätze der primären Wartezone vor, sobald es an die Reihe kommt. Durch die örtliche Nähe der primären Wartezone zum Zielbereich, kann der Zielbereich zügig mit Ladegütern belegt werden.

Günstig ist es zudem, wenn die Anzahl ANZ der einem Zielbereich zugeordneten Warteplätze der Bedingung

$$1 \leq ANZ \leq n_L - 1$$

genügt, wobei n_L eine Anzahl der Lagerplätze im Zielbereich ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle zur Belegung der Lagerplätze vorgesehenen autonomen Flurförderfahrzeuge, welche einen Warteplatz benötigen, einen solchen auch vorfinden. Ein weiterer Faktor für die Anzahl der Warteplätze kann beispielsweise eine Verweildauer der Ladegüter im Zielbereich sein.

Denkbar ist auch, dass

- die Zuordnung eines Ladeguts zu einem Lagerplatz entsprechend einer vorgegeben Reihenfolge erfolgt, solange ein zugeordnetes Abbruchkriterium nicht erfüllt ist und
- die Zuordnung eines Ladeguts zu einem Lagerplatz von einem in ungeplanter Reihenfolge erfolgenden Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge am Zielbereich abgeleitet wird, aber ansonsten keiner vorgegeben Reihenfolge folgt, sobald das besagte Abbruchkriterium erfüllt ist.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das Abbruchkriterium erfüllt ist, wenn

- die Anzahl der von einem Ladegut belegten autonomen Flurförderfahrzeuge einen ersten Schwellwert übersteigt,
- alle Warteplätze mit autonomen Flurförderfahrzeugen belegt sind,
- eine Dichte autonomer Flurförderfahrzeuge im Fahrbereich einen zweiten Schwellwert übersteigt oder
- der Zielbereich geleert ist.

Auf diese Weise werden die Lagerplätze im Zielbereich entsprechend einer vorgegebenen Reihenfolge belegt, sofern dies für die übrigen Vorgänge im Transportsystem, insbesondere für dessen Leistungsfähigkeit, nicht allzu nachteilig ist.

An dieser Stelle wird auch angemerkt, dass sich die zum vorgestellten Verfahren offenbaren Varianten und Vorteile gleichermaßen auf das vorgestellte Transportsystem beziehen und umgekehrt.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 ein erstes schematisch dargestelltes Beispiel eines Transportsystems mit einem Zielbereich;
- Fig. 2 ein zweites schematisch dargestelltes Beispiel eines Transportsystems mit zwei Zielbereichen;
- Fig. 3 ein weiteres schematisch dargestelltes Beispiel eines Transportsystems mit einer sekundären Wartezone und
- Fig. 4 ein beispielhaftes und schematisch dargestelltes autonomes Flurförderfahrzeug in Schrägansicht.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt ein erstes schematisch dargestelltes Beispiel für ein Transportsystem mit einer Vielzahl von autonomen Flurförderfahrzeugen 1a, 1b zum Transportieren

von Ladegütern 2. Weiterhin weist das Transportsystem mehrere Quellpositionen Q1..Q3 auf, an denen Ladegüter 2 bereitstellbar sind, sowie einen Zielbereich ZB mit mehreren Lagerplätzen L1..L3 für jeweils ein Ladegut 2. Zwischen der Quellposition Q1..Q3 und dem Zielbereich ZB umfasst das Transportsystem einen Fahrbereich FB, welcher durch die Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge 1a, 1b befahrbar ist. Im Fahrbereich FB sind mehrere dem Zielbereich ZB zugeordnete Warteplätze W1, W2 für die autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b, angeordnet. Weiterhin umfasst das Transportsystem ein elektronisches Steuersystem mit einem Steuerrechner 3. In der dargestellten Anordnung befindet sich ein Arbeiter 4 in einem manuellen Arbeitsbereich MB.

Die Funktionsweise des in der Fig. 1 dargestellten Transportsystems ist wie folgt:

In einem ersten Schritt a) werden durch das elektronische Steuersystem, insbesondere durch den Steuerrechner 3 oder einem mit diesem verbundenen Auftragsrechner, mehrere Transportaufträge erfasst, die in der Fig. 1 symbolisch durch die Auftragsliste AL dargestellt sind. Jeder Transportauftrag beinhaltet eine Quellposition Q1..Q3, von welcher ein Ladegut 2 abzuholen ist, sowie einen Zielbereich ZB, in welchem das Ladegut 2 abzugeben ist. Optional kann der Transportauftrag zusätzlich auch das zu transportierende Ladegut 2 beinhalten.

In einem weiteren Schritt b) wird je ein Transportauftrag je einem autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b zugeordnet. Beispielsweise kann dies dadurch erfolgen, dass ein autonomes Flurförderfahrzeug 1a, 1b einen Transportauftrag selbständig annimmt, oder dadurch, dass einem autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b ein Transportauftrag vom Steuerrechner 3 zugewiesen wird. In Folge wird der Transportauftrag vom autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b autonom ausgeführt.

Dazu wird das Ladegut 2 vom betreffenden Flurförderfahrzeug 1a, 1b in einem Schritt c) von der auftragsgemäßen Quellposition Q1..Q3 abgeholt und zu einem dem auftragsgemäßen Zielbereich ZB zugeordneten Warteplatz W1, W2 transportiert. In dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel wird das Ladegut 2 konkret vom autonomen Flurförderfahrzeug 1a transportiert.

In einem weiteren Schritt d) wird ein Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs ZB geprüft. Der Zugänglichkeitsstatus ist „besetzt“, wenn der Zielbereich ZB von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug 1a besetzt ist, und „unbesetzt“, wenn der Zielbereich ZB frei von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug 1a ist. Die Prüfung kann durch das autonome Flurförderfahrzeug 1a selbst und/oder durch den Steuerrechner 3 erfolgen.

Wenn die Prüfung im Schritt d) ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, fährt das autonome Flurförderfahrzeug 1a in einem Schritt e) in den auftragsgemäßen Zielbereich ZB ein und stellt das Ladegut 2 auf einem dem Ladegut 2 zugeordneten freien Lagerplatz L1..L3 des auftragsgemäßen Zielbereichs ZB ab. Wenn die Prüfung im Schritt d) ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „besetzt“ ist, kann vorgesehen sein, dass das autonome Flurförderfahrzeug 1a jenen freien Warteplatz W1, W2 anfährt, welcher dem Zielbereich ZB am nächsten liegt. Dies ist in diesem Beispiel der Warteplatz W1.

In einem Schritt f) fährt das autonome Flurförderfahrzeug 1a wieder aus dem auftragsgemäßen Zielbereich ZB aus. Insbesondere kann das zugeordnete autonome Flurförderfahrzeug 1a nach dem Ausfahren aus dem Zielbereich ZB einen nächsten Auftrag ausführen, im Speziellen einen Auftrag nach Schritt a), es kann aber auch beispielsweise eine Ladestation anfahren. Die Schritte c) bis f) werden für oder durch mehrere autonome Flurförderfahrzeuge 1a, 1b durchgeführt.

Eine Zuordnung eines Ladeguts 2 zu einem freien Lagerplatz L1..L3 ist nicht fix vorgegeben, sondern hängt vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b im Zielbereich ZB ab, insbesondere von einem in ungeplanter Reihenfolge erfolgenden Eintreffen. Das heißt, das erste Ladegut 2 wird im Zielbereich ZB von jenem autonomen Flurförderfahrzeug 1a abgestellt, das (nicht notwendigerweise planmäßig) als erstes am Zielbereich ZB eintrifft. Der Zeitpunkt des Eintreffens wird dabei insbesondere von der Entfernung der Quellposition Q1..Q3 zum auftragsgemäßen Zielbereich ZB, von der Geschwindigkeit des autonomen Flurförderfahrzeugs 1a, 1b sowie von den auf dem Transportweg auftretenden Ereignissen beeinflusst. Ein solches Ereignis kann beispielsweise ein ungeplantes

Anhalten des autonomen Flurförderfahrzeugs 1a, 1b aufgrund einer drohenden Kollision mit einem anderen Objekt sein.

Vorzugsweise umfasst der Fahrbereich eine Reservierungsposition RP und zwei Freigabepositionen FP, FP', so wie das in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel der Fall ist. Überfährt das autonome Flurförderfahrzeug 1a, 1b im Schritt e) die Reservierungsposition RP, wird der Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs ZB von „unbesetzt“ auf „besetzt“ geändert. Überfährt das autonome Flurförderfahrzeug 1a, 1b im Schritt f) eine der beiden Freigabepositionen FP, FP', wird der Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs ZB von „besetzt“ auf „unbesetzt“ geändert. Die Reservierungsposition RP und/oder Freigabepositionen FP, FP' können einen Durchfahrsensor, beispielsweise eine Lichtschranke, eine Kamera oder einen Gewichtssensor umfassen, welcher ein Durchfahren der jeweiligen Position durch das autonome Flurförderfahrzeug 1a, 1b erfasst. Denkbar ist auch, dass eine gemeinsame Reservierungs- und Freigabeposition vorgesehen ist, das heißt die Reservierungsposition RP und die Freigabepositionen FP, FP' können ortsgleich beziehungsweise überlappend angeordnet sein. Durch das Wechseln des Zugänglichkeitsstatus beim Überfahren der Reservierungsposition RP hängt eine Zuordnung eines Ladeguts 2 zu einem freien Lagerplatz L1..L3 streng genommen vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b an der Reservierungsposition RP ab und wird erst in Folge vom Eintreffen im Zielbereich ZB abgeleitet. Die Reihenfolge der Flurförderfahrzeuge 1a, 1b an der Reservierungsposition RP und im Zielbereich ZB ist jedoch identisch.

In dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel ist auch vorgesehen, dass der Zielbereich ZB einen, vorzugsweise in den Fahrbereich hineinragenden, Rangierbereich RB aufweist. Auf diese Weise wird der Zugang zu den Lagerplätzen L1..L3 freigehalten und das Ausfahren eines autonomen Flurförderfahrzeugs 1a, 1b aus dem Zielbereich ZB erleichtert. Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass der Rangierbereich RB auch von anderen autonomen Flurförderfahrzeugen (also nicht nur den Flurförderfahrzeugen 1a, 1b, die einem Transportauftrag zugeordnet sind) befahren werden kann, sofern dieser frei ist.

Vorteilhaft werden die Ladegüter 2 von den autonomen Flurförderfahrzeugen 1a, 1b der Reihe nach auf den Lagerplätzen L1..L3 abgestellt, sodass alle Lagerplätze belegt werden können, insbesondere beginnend bei einem vom Rangierbereich RB oder Warteplatz W1 am weitesten entfernten Lagerplatz L1..L3. Das heißt, der Zielbereich ZB kann auf diese Weise vollständig mit Ladegütern 2 belegt werden.

In dem dargestellten Beispiel sind dem Zielbereich mehrere Warteplätze W1, W2 zugeordnet. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass mehrere autonome Flurförderfahrzeuge 1a, 1b auf eine Möglichkeit zum Einfahren in den Zielbereich ZB warten können. Vorzugsweise erfüllt die Anzahl ANZ der einem Zielbereich ZB zugeordneten Warteplätze W1, W2 die Bedingung

$$1 \leq ANZ \leq n_L - 1$$

wobei n_L die Anzahl der Lagerplätze L1..L3 im Zielbereich ZB angibt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle zur Belegung der Lagerplätze L1..L3 vorgesehenen autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b, welche einen Warteplatz W1, W2 benötigen, einen solchen auch vorfinden. Ein weiterer Faktor für die Anzahl der Warteplätze W1, W2 kann beispielsweise eine Verweildauer der Ladegüter 2 im Zielbereich ZB sein.

Wie bereits erwähnt, fährt ein autonomes Flurförderfahrzeug 1a, 1b vorzugsweise jenen freien Warteplatz W1, W2 an, welcher dem Zielbereich ZB am nächsten liegt. Im vorliegenden Beispiel wird also zuerst der Warteplatz W1, dann der Warteplatz W2 belegt. Wird der erste Warteplatz W1 frei, dann rückt das autonome Flurförderfahrzeug 1a, 1b auf einen benachbarten freien Warteplatz W2 in Richtung Zielbereich ZB vor. Die dem Zielbereich ZB zugeordneten Warteplätze W1, W2 bilden auf diese Weise eine Wartereihe. Insbesondere wird das Anfahren eines freien Warteplatzes W1, W2 und das Vorrücken auf einen freien Warteplatz W2 vom autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b selbständig, das heißt ohne Steuerbefehl des Steuerrechners 3 durchgeführt. Der Begriff „Entfernung“ ist im obigen Zusammenhang nicht unbedingt topologisch gemeint, sondern primär organisatorisch.

Die Warteplätze W1, W2 können im Steuerrechner 3 erfasst sein und dem Zielbereich ZB statisch zugeordnet sein oder durch den Steuerrechner 3 je nach Bedarf dynamisch zugewiesen werden. Denkbar ist auch, dass ein Warteplatz W1, W2 von einem autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b dynamisch erstellt wird.

Generell kann vorgesehen sein, dass die Lagerplätze L1..L3 des vollständig belegten Zielbereichs ZB erst dann erneut mit Ladegütern 2 belegt werden, wenn der Zielbereich ZB zuvor vollständig geleert wurde. Auf diese Weise kann der Zielbereich ZB alternierend für den Zugang durch die autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b freigegeben oder gesperrt werden. Ein für die die autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b gesperrter Zielbereich kann dagegen für den Zugang für Arbeiter 4 im Transportsystem freigegeben werden, beispielsweise damit die Arbeiter 4 Ladegüter 2 aus dem Zielbereich ZB entnehmen können. Mit anderen Worten kann vorgesehen sein, dass der Zielbereich ZB alternierend vom Fahrbereich FB oder vom manuellen Arbeitsbereich MB zugänglich ist.

Der Zielbereich ZB ist dann vollständig belegt, wenn sämtliche Lagerplätze L1..L3 jeweils mit einem Ladegut 2 belegt sind oder kein freier Lagerplatz L1..L3 mehr zugänglich ist. Demnach gilt der Zielbereich ZB auch dann als vollständig belegt, wenn zwar an sich noch freie Lagerplätze L1..L3 vorhanden sind, diese jedoch nicht mehr erreicht werden können, weil der Weg dorthin mit Ladegut 2 verstellt ist. Der Zielbereich ZB ist dann vollständig geleert, wenn keiner der Lagerplätze L1..L3 mit einem Ladegut 2 belegt ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante kann auch vorgesehen sein, dass das Ladegut 2 im Schritt c) in einem dem auftragsgemäßen Zielbereich ZB zugeordneten Warteplatz W1, W2 abgestellt wird, sofern der Zielbereich ZB von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b belegt ist oder ein dem Zielbereich ZB näher liegender Warteplatz W1, W2 von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b oder einem anderen Ladegut 2 belegt ist. Das Ladegut 2 wird bei dieser Ausführungsvariante in Folge von einem aus dem Zielbereich ZB ausfahrenden autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b aufgenommen und auf einem freien Lagerplatz L1..L3 des Zielbereichs ZB abgestellt. Die Schritte d) und e) können dann für das ursprünglich zugeordnete Flurförderfahrzeug 1a, 1b entfallen,

beziehungsweise geht die Zuordnung eines Transportauftrags in diesem Fall von einem Flurförderfahrzeug 1a, 1b auf ein anderes über. Auf diese Weise wird vermieden, dass Flurförderfahrzeuge 1a, 1b übermäßig lange mit einem Ladegut 2 belegt sind. Infolgedessen kann eine vergleichsweise kleine Anzahl an Flurförderfahrzeugen 1a, 1b eine große Anzahl von Transportaufträgen übernehmen.

Die Fig. 2 zeigt nun eine Ausführungsvariante eines Transportsystems, das dem in Fig. 1 dargestellten Transportsystem sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu ist aber ein zweiter Zielbereich ZB' mit Lagerplätzen L1'..L3' und einem Rangierbereich RB' vorgesehen. Weiterhin sind dem zweiten Zielbereich ZB' zugeordnete Warteplätze W1', W2' vorgesehen. Der Verfahrensablauf für das Transportsystem aus Fig. 2 gleicht dem zum Transportsystem aus Fig. 1 beschriebene Verfahrensablauf, und auch die zum Transportsystem aus Fig. 1 beschriebenen Ausführungsvarianten und daraus resultierenden Vorteile sind auf das Transportsystem aus Fig. 2 anwendbar. Allerdings stehen nun zwei Zielbereiche ZB, ZB' für die Zuordnung eines Ladeguts 2 zur Verfügung.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Zielbereiche ZB, ZB' alternierend belegt und geleert werden. Gemäß einer ersten Ausführungsvariante erfolgt eine alternierende Befüllung der Zielbereiche derart, dass der zweite Zielbereich ZB' erst dann belegt wird, wenn der erste Zielbereich ZB vollständig belegt ist (oder umgekehrt). Entsprechend erfolgt ein alternierendes Leeren der Zielbereiche ZB, ZB' gemäß der ersten Ausführung derart, dass der zweite Zielbereich ZB' erst dann geleert wird, wenn der erste Zielbereich ZB vollständig geleert ist (oder umgekehrt). In einer zweiten Ausführungsvariante erfolgt die alternierende Befüllung der Zielbereiche ZB, ZB' derart, dass die Lagerplätze L1..L3 und L1'..L3' unterschiedlicher Zielbereiche ZB, ZB' alternierend belegt werden. Ebenso kann gemäß der zweiten Ausführung das alternierende Leeren der Zielbereiche ZB, ZB' derart erfolgen, dass die Lagerplätze L1..L3 und L1'..L3' der unterschiedlichen Zielbereiche ZB, ZB' alternierend geleert werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Befüllen gemäß der ersten Ausführung und das Leeren gemäß der zweiten Ausführung oder umgekehrt erfolgt. Insbesondere kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass die Lagerplätze L1..L3, L1'..L3' eines

vollständig belegten Zielbereichs ZB, ZB' erst dann erneut mit Ladegütern 2 belegt werden, wenn der betreffende Zielbereich ZB, ZB' zuvor vollständig geleert wurde.

Insbesondere kann auch bei dem in Fig. 2 dargestellten Transportsystem vorgesehen sein, dass Wartepplätze W1, W2, W1', W2' nach Bedarf vom Steuerrechner 3 oder von einem autonomen Flurförderfahrzeug 1a, 1b dynamisch erzeugt werden.

Die Fig. 3 zeigt weiterhin eine Ausführungsvariante eines Transportsystems, das dem in Fig. 2 dargestellten Transportsystem sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu umfasst das Transportsystem nach Fig. 3 aber eine primäre Wartezone WZP und eine von der primären Wartezone WZP beabstandete sekundäre Wartezone WZS. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Wartepplätze W1, W2, W1', W2' der primären Wartezone WZP jeweils einem Zielbereich ZB, ZB' statisch zugordnet sind, wohingegen Wartepplätze Wx der sekundären Wartezone WZS einem Zielbereich ZB, ZB' dynamisch zugordnet sind. Denkbar ist aber auch, dass die Wartepplätze W1, W2, W1', W2' der primären Wartezone WZP einem Zielbereich ZB, ZB' dynamisch zugordnet sind und/oder die Wartepplätze Wx der sekundären Wartezone WZS einem Zielbereich ZB, ZB' statisch zugordnet sind. Auch wäre möglich, dass die Wartepplätze Wx der sekundären Wartezone WZS keinem Zielbereich ZB, ZB' zugeordnet sind. Durch das Vorsehen einer sekundären Wartezone WZS können insbesondere auch Transportsysteme realisiert werden, bei denen vor den Zielbereichen ZB, ZB' nur wenig Platz zur Verfügung steht. Ein autonomes Flurförderfahrzeug 1a, 1b fährt in diesem Fall einen Wartepplatz Wx der sekundären Wartezone WZS an und rückt dann auf einen Wartepplätze W1, W2, W1', W2' der primären Wartezone WZP vor, sobald es an die Reihe kommt.

Generell ist in allen Ausführungsvarianten möglich, dass eine Simulationsumgebung auf dem Steuerrechner 3 eingerichtet ist und in der Simulationsumgebung virtuelle Zwillinge zu den autonomen Flurförderfahrzeugen 1a, 1b existieren. Dabei kann vorgesehen sein, dass zumindest die Prüfung gemäß Schritt d) in der Simulationsumgebung ausgeführt wird. Durch die virtuellen Zwillinge können auch komplexe Steueraufgaben gelöst werden. Insbesondere kann die Kommunikation von

autonomen Flurförderfahrzeugen 1a, 1b, die in der realen Welt über keine Kommunikationsmöglichkeit untereinander verfügen, über deren virtuelle Zwillinge ermöglicht werden.

Wie bereits erwähnt, kann die Zuordnung eines Ladeguts 2 zu einem Lagerplatz L1..L3, L1'..L3' (nur) von einem in ungeplanter Reihenfolge erfolgenden Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b am Zielbereich ZB, ZB' abgeleitet sein, diese aber ansonsten keiner vorgegeben Reihenfolge folgen.

Denkbar ist aber auch, dass

- die Zuordnung eines Ladeguts 2 zu einem Lagerplatz L1..L3, L1'..L3' entsprechend einer vorgegeben Reihenfolge erfolgt, solange ein zugeordnetes Abbruchkriterium nicht erfüllt ist und
- die Zuordnung eines Ladeguts 2 zu einem Lagerplatz L1..L3, L1'..L3' von einem in ungeplanter Reihenfolge erfolgenden Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b am Zielbereich ZB, ZB' abgeleitet wird, aber ansonsten keiner vorgegeben Reihenfolge folgt, sobald das besagte Abbruchkriterium erfüllt ist.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das Abbruchkriterium erfüllt ist, wenn

- die Anzahl der von einem Ladegut 2 belegten autonomen Flurförderfahrzeuge 1a, 1b einen ersten Schwellwert übersteigt,
- alle Wartepplätze W1, W2, W1', W2', Wx mit autonomen Flurförderfahrzeugen 1a, 1b belegt sind,
- eine Dichte autonomer Flurförderfahrzeuge 1a, 1b im Fahrbereich FB einen zweiten Schwellwert übersteigt oder
- der Zielbereich ZB, ZB' geleert ist.

Fig. 4 zeigt schließlich eine mögliche Ausführung eines autonomes Flurförderfahrzeugs 1 (engl.: "automated guided vehicle", kurz "AGV" oder "automated mobile robot", kurz "AMR"). Das autonome Flurförderfahrzeug 1 umfasst ein Fahrgestell 5 mit einer Antriebseinheit und eine auf dem Fahrgestell 5 angeordnete Warenaufnahme oder Ladeplattform 6 zur Aufnahme, Abgabe und zum Transport eines Ladeguts 2 (in der Fig. 4 nicht dargestellt) mit oder ohne Transportladehilfsmittel.

Denkbar wäre auch, dass das autonome Flurförderfahrzeug 1 zusätzlich oder alternativ eine als Warenaufnahme fungierende Hängestange umfasst, mit der Hängetaschen oder Hängewaren auf Warentransportträgern mit Kleiderbügeln oder Kleiderbügeln mit der Hängeware transportiert werden können.

Die Antriebseinheit umfasst an dem Fahrgestell 5 drehbar gelagerte Räder 7, 8, wovon zumindest eines der Räder 7 mit einem (nicht dargestellten) Antrieb gekuppelt ist, und zumindest eines der Räder 8 lenkbar ist. Es können auch beide Räder 7 mit dem Antrieb gekuppelt und durch diesen angetrieben werden. Das autonome Flurförderfahrzeug 1 kann aber auch vier Räder umfassen, wovon zwei Räder lenkbar sind. Nach gezeigter Ausführung ist die Warenaufnahme 6 zwischen einer (in festen Linien eingetragenen) Ausgangsstellung und einer (in strichlierte Linien eingetragenen) Transportstellung verstellbar am Fahrgestell 6 gelagert.

In der Ausgangsstellung kann ein Ladegut 2 unterfahren werden, um dieses aufzunehmen. Wird die Warenaufnahme 6 aus der Ausgangsstellung in Richtung der Transportstellung verstellt, kann das Ladegut 2 angehoben und danach transportiert werden. Wird die Warenaufnahme 6 aus der Transportstellung wieder in Richtung der Ausgangsstellung verstellt, kann das Ladegut 2 wieder abgestellt oder abgegeben werden.

Das autonome Flurförderfahrzeug 1 umfasst ferner eine schematisch in strichlierten Linien dargestellte Steuerung 9 zum Steuern/Regeln der Bewegungen des autonomen Flurförderfahrzeugs 1. Die Steuerung 9 kann auch Mittel zur (drahtlosen) Datenübertragung an das und von dem autonomen Flurförderfahrzeug 1 umfassen. Auf diese Weise kann das autonome Flurförderfahrzeug 1 respektive dessen Steuerung 9 mit dem elektronischen Steuersystem, insbesondere mit dem Steuerrechner 3, kommunizieren, das heißt Befehle von diesem empfangen und Daten an dieses übermitteln.

Schließlich umfasst das autonome Flurförderfahrzeug 1 Sensoren zum Erfassen der Umgebung des autonomen Flurförderfahrzeugs 1 und zur Orientierung im Raum. In diesem Beispiel umfasst das autonome Flurförderfahrzeug 1 rein illustrativ einen in der Steuerung 9 angeordneten Positions- und Lagesensor 10, sowie

einen mit der Steuerung 9 verbundenen Ultraschallsensor 11. Mit Hilfe des Positions- und Lagesensors 10 kann die Steuerung 9 die Position und Lage beziehungsweise Orientierung des autonomen Flurförderfahrzeugs 1 ermittelt werden. Mit Hilfe des Ultraschallsensors 11 können Hindernisse im Fahrweg des autonomen Flurförderfahrzeugs 1 erkannt werden. Weiterhin ist die Steuerung 9 mit dem Antrieb und der Lenkung des autonomen Flurförderfahrzeugs 1 verbunden.

Abschließend wird festgehalten, dass der Schutzbereich durch die Patentansprüche bestimmt ist. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Insbesondere wird auch festgehalten, dass die dargestellten Vorrichtungen in der Realität auch mehr oder auch weniger Bestandteile als dargestellt umfassen können. Teilweise können die dargestellten Vorrichtungen beziehungsweise deren Bestandteile auch unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt sein.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b	autonomes Flurförderfahrzeug
2	Ladegut
3	Steuerrechner
4	Arbeiter
5	Fahrgestell
6	Ladeplattform
7	Rad (angetrieben)
8	Rad (lenkbar)
9	Fahrsteuerung
10	Positions- und Lagesensor
11	Ultraschallsensor
AL	Auftragsliste
FB	Fahrbereich
FP, FP'	Freigabeposition
L1..L3, L1'..L3'	Lagerplatz
MB	manueller Arbeitsbereich
Q1..Q3	Quellposition
RB, RB'	Rangierbereich
RP	Reservierungsposition
W1, W2, W1', W2', Wx	Warteplatz
WZP	primäre Wartezone
WZS	sekundäre Wartezone
ZB, ZB'	Zielbereich

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Transportieren von Ladegütern (2) von einer Quellposition (Q1..Q3) in einen Zielbereich (ZB, ZB') durch eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) in einem zwischen der Quellposition (Q1..Q3) und dem Zielbereich (ZB, ZB') liegenden Fahrbereich (FB), wobei der Zielbereich (ZB, ZB') mehrere Lagerplätze (L1..L3, L1'..L3') für jeweils ein Ladegut (2) aufweist und wobei im Fahrbereich (FB) wenigstens ein dem Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneter Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) für ein autonomes Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) angeordnet ist, umfassend die Schritte:
- a) Erfassen von mehreren Transportaufträgen, die jeweils eine Quellposition (Q1..Q3), von welcher ein Ladegut (2) abzuholen ist, sowie einen Zielbereich (ZB, ZB') beinhalten, in welchem das Ladegut (2) abzugeben ist, durch ein elektronisches Steuersystem, welches einen Steuerrechner (3) umfasst,
 - b) Zuordnen je eines Transportauftrags zu je einem autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b),
 - c) Abholen eines Ladeguts (2) von der auftragungsgemäßen Quellposition (Q1..Q3), und Transportieren des Ladeguts (2) zu einem dem auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneten Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) durch das dem jeweiligen Transportauftrag im Schritt b) zugeordnete autonome Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b),
 - d) Prüfen eines Zugänglichkeitsstatus des auftragungsgemäßen Zielbereichs (ZB, ZB'), wobei der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wenn der Zielbereich (ZB, ZB') frei von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) ist,
 - e) Einfahren des zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeugs (1, 1a, 1b) in den auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') und Abstellen des Ladeguts (2) auf einem dem Ladegut (2) zugeordneten freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') des auftragungsgemäßen Zielbereichs (ZB, ZB'), wenn die Prüfung im Schritt d) ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist,
 - f) Ausfahren des zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeugs (1, 1a, 1b) aus dem auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB'),

- wobei die Schritte c) bis f) für mehrere autonome Flurförderfahrzeuge durchgeführt werden (1, 1a, 1b) und
- wobei eine Zuordnung eines Ladeguts (2) zu einem freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) im Zielbereich (ZB, ZB') abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Fahrbereich eine Reservierungsposition (RP) umfasst, welche vom zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) im Schritt e) überfahren wird, wobei der Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs (ZB, ZB') infolge des Überfahrens der Reservierungsposition (RP) von „unbesetzt“ auf „besetzt“ geändert wird, und
- dass der Fahrbereich eine Freigabeposition (FP, FP') umfasst, welche vom zugeordneten autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) im Schritt f) überfahren wird, wobei der Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs (ZB, ZB') infolge des Überfahrens der Freigabeposition (FP, FP') von „besetzt“ auf „unbesetzt“ geändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zielbereich (ZB, ZB') einen, vorzugsweise in den Fahrbereich hineinragenden, Rangierbereich (RB) aufweist und die Ladegüter (2) von den autonomen Flurförderfahrzeugen (1, 1a, 1b) der Reihe nach auf den Lagerplätzen (L1..L3, L1'..L3') abgestellt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass einem Zielbereich (ZB, ZB') mehrere Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx) zugeordnet sind, welche eine Wartereihe bilden, und ein autonomes Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) einen freien Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) der Wartereihe anfährt oder von einem Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) auf einen nächstgereihten freien Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) vorrückt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Wartepplätze (W1, W2, W1', W2', Wx)
- im Steuerrechner (3) erfasst sind und einem Zielbereich (ZB, ZB') statisch zugeordnet sind oder durch den Steuerrechner (3) je nach Bedarf dynamisch zugewiesen werden, oder
 - von den autonomen Flurförderfahrzeugen dynamisch erstellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein autonomes Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) einen Transportauftrag der im Schritt a) erfassten Transportaufträge selbständig annimmt und autonom ausführt oder
 - einem autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) ein Transportauftrag der im Schritt a) erfassten Transportaufträge vom Steuerrechner (3) zugewiesen wird, welcher vom autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) nach Erhalt autonom ausgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerplätze (L1..L3, L1'..L3') eines vollständig belegten Zielbereichs (ZB, ZB') erst dann erneut mit Ladegütern (2) belegt werden, wenn der betreffende Zielbereich (ZB, ZB') zuvor vollständig geleert wurde.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch mehrere Zielbereiche (ZB, ZB'), welche alternierend belegt und geleert werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zu den autonomen Flurförderfahrzeugen (1, 1a, 1b) virtuelle Zwillinge in einer Simulationsumgebung auf dem Steuerrechner (3) existieren und zumindest die Prüfung gemäß Schritt d) in der Simulationsumgebung ausgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ladegut (2) im Schritt c) in einem dem auftragsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneten Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) abgestellt wird, sofern der auftragsgemäße Zielbereich (ZB, ZB') von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) belegt ist oder ein dem Zielbereich (ZB, ZB') näher liegender Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) oder einem anderen Ladegut (2) belegt ist und das Ladegut (2) von einem aus dem Zielbereich (ZB, ZB') ausfahrenden autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) aufgenommen und auf einem freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') des auftragsgemäßen Zielbereichs (ZB, ZB') abgestellt wird.

11. Transportsystem zum Transportieren von Ladegütern (2), umfassend
- eine Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b),
 - ein elektronisches Steuersystem, welches einen Steuerrechner (3) umfasst,
 - mehrere Quellpositionen (Q1..Q3), an denen Ladegüter (2) bereitstellbar sind,
 - einen Zielbereich (ZB, ZB') mit mehreren Lagerplätzen (L1..L3, L1'..L3') für jeweils ein Ladegut (2),
 - einen zwischen der Quellposition (Q1..Q3) und dem Zielbereich (ZB, ZB') liegenden Fahrbereich (FB), welcher durch die Vielzahl autonomer Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) befahrbar ist, und
 - wenigstens einen im Fahrbereich (FB) angeordneten und dem Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneten Warteplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) für ein autonomes Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b),
 - wobei das elektronische Steuersystem dazu eingerichtet ist, mehrere Transportaufträgen zu erfassen, die jeweils eine Quellposition (Q1..Q3) beinhalten, von welcher ein Ladegut (2) abzuholen ist, sowie einen Zielbereich (ZB, ZB') beinhalten, in welchem das Ladegut (2) abzugeben ist,
 - wobei der Steuerrechner (3) oder die Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) dazu ausgebildet sind, eine Zuordnung je eines Transportauftrags zu je einem autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) vorzunehmen,
 - wobei der Steuerrechner (3) oder die Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) dazu

ausgebildet sind, einen Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs (ZB, ZB') zu prüfen, wobei der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wenn der Zielbereich (ZB, ZB') frei von einem anderen autonomen Flurförderfahrzeug (1, 1a, 1b) ist, und

- wobei die Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) dazu ausgebildet sind,
 - i) ein Ladegut (2) von der auftragungsgemäßen Quellposition (Q1..Q3) abzuholen und zu einem dem auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneten Wartepplatz (W1, W2, W1', W2', Wx) zu transportieren,
 - ii) in den auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') einzufahren und das Ladegut (2) auf einem dem Ladegut (2) zugeordneten freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') des auftragungsgemäßen Zielbereichs (ZB, ZB') abzustellen, wenn die Prüfung des Zugänglichkeitsstatus ergibt, dass der Zugänglichkeitsstatus „unbesetzt“ ist, wobei eine Zuordnung eines Ladeguts (2) zu einem freien Lagerplatz (L1..L3, L1'..L3') vom Eintreffen der autonomen Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) im Zielbereich (ZB, ZB') abgeleitet ist, und
 - iii) wieder aus dem auftragungsgemäßen Zielbereich (ZB, ZB') auszufahren.

12. Transportsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrbereich eine Reservierungsposition (RP) und eine Freigabeposition (FP, FP') umfasst, welche von den autonomen Flurförderfahrzeugen, (1, 1a, 1b) überfahrbar sind, und dass der Steuerrechner (3) oder die Flurförderfahrzeuge (1, 1a, 1b) dazu ausgebildet sind, den Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs (ZB, ZB')

- infolge des Überfahrens der Reservierungsposition (RP) von „unbesetzt“ auf „besetzt“ zu ändern und
- infolge des Überfahrens der Freigabeposition (FP, FP') von „besetzt“ auf „unbesetzt“ zu ändern.

13. Transportsystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zielbereich (ZB, ZB') einen, vorzugsweise in den Fahrbereich hineinragenden, Rangierbereich (RB) aufweist.

14. Transportsystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13, gekennzeichnet durch

- mehrere im Steuerrechner (3) erfasste und einem Zielbereich (ZB, ZB') statisch zugeordnete Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx),
- mehrere im Steuerrechner (3) erfasste und einem Zielbereich (ZB, ZB') vom Steuerrechner (3) dynamisch zugewiesene Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx) oder
- mehrere von den autonomen Flurförderfahrzeugen dynamisch erstellte Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx).

15. Transportsystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, gekennzeichnet durch eine Simulationsumgebung auf dem Steuerrechner (3), in der virtuelle Zwillinge zu den autonomen Flurförderfahrzeugen (1, 1a, 1b) existieren, welche zumindest für die Prüfung des Zugänglichkeitsstatus des Zielbereichs (ZB, ZB') eingerichtet ist.

16. Transportsystem nach einem der Ansprüche 11 bis 15, gekennzeichnet durch eine primäre Wartezone (WZP) und eine von der primären Wartezone (WZP) beabstandete sekundäre Wartezone (WZS), wobei die Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx) der primären Wartezone (WZP) jeweils einem Zielbereich (ZB, ZB') statisch zugeordnet sind, wohingegen Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx) der sekundären Wartezone (WZP) einem Zielbereich (ZB, ZB') dynamisch zugeordnet sind.

17. Transportsystem nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl ANZ der einem Zielbereich (ZB, ZB') zugeordneten Warteplätze (W1, W2, W1', W2', Wx) der Bedingung

$$1 \leq ANZ \leq n_L - 1$$

genügt, wobei n_L eine Anzahl der Lagerplätze (L1..L3, L1'..L3') im Zielbereich (ZB, ZB') ist.

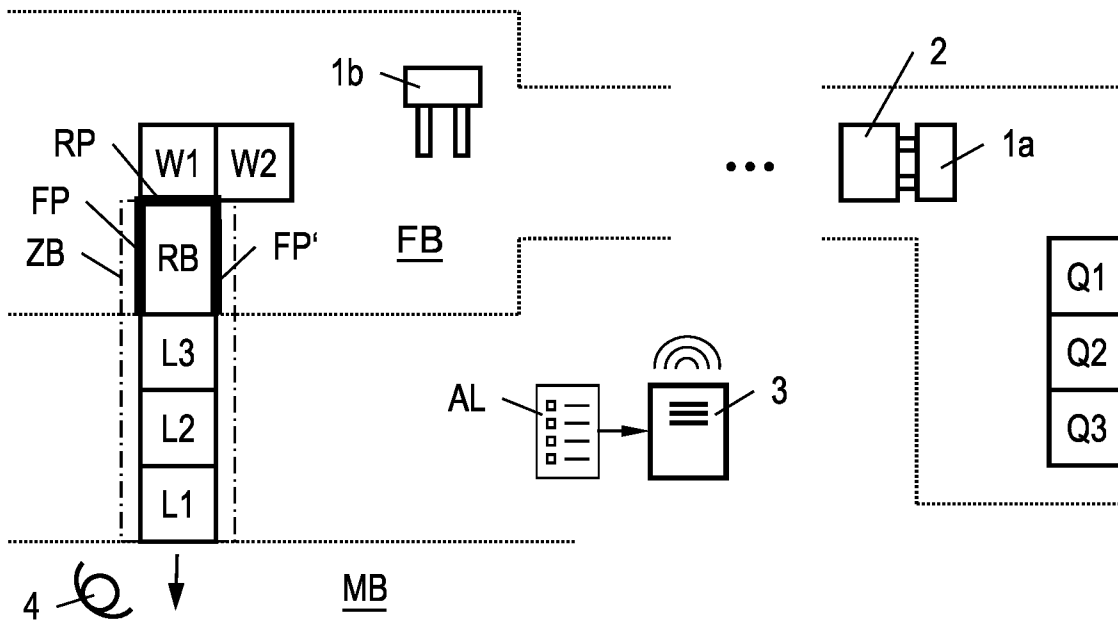


Fig. 1

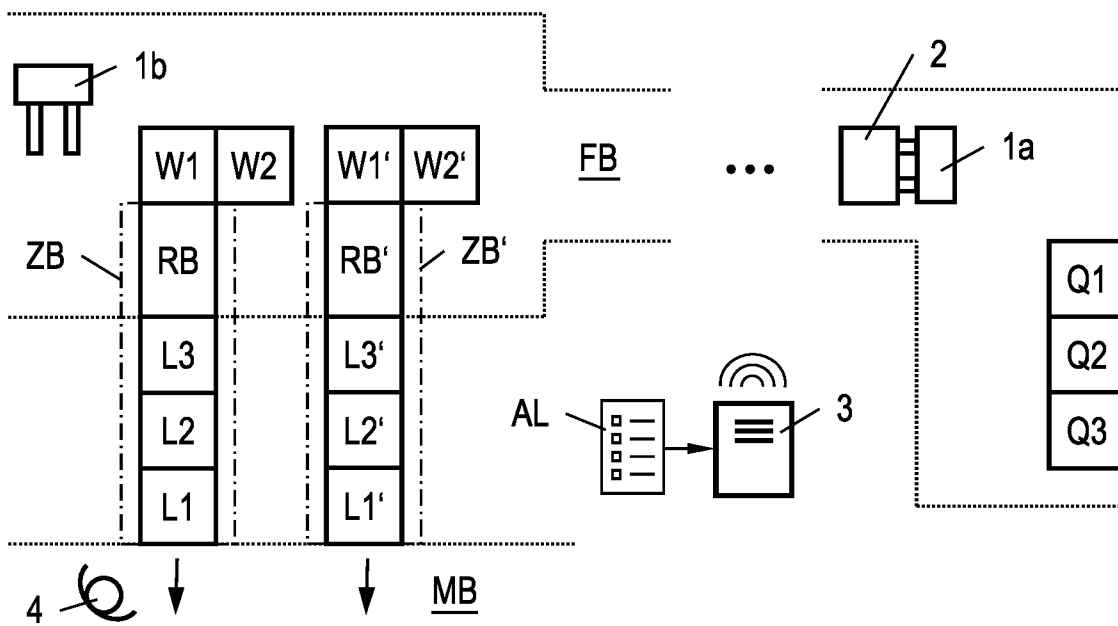


Fig. 2

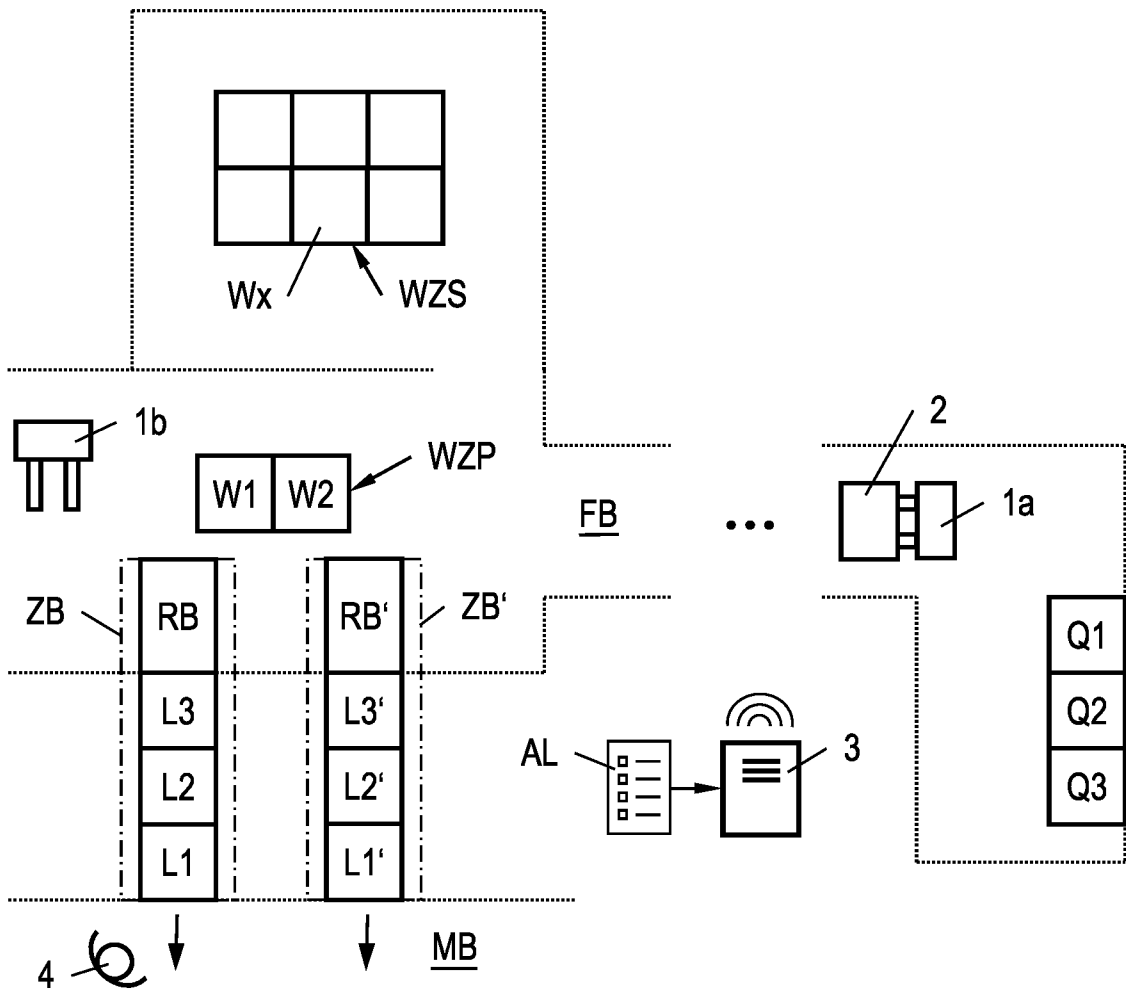


Fig. 3

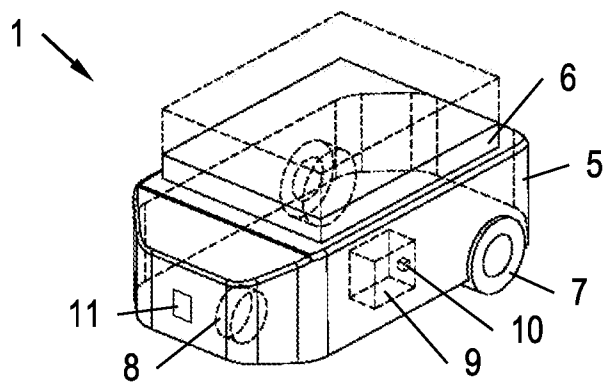


Fig. 4

TGW Logistics Group GmbH