



(10) **DE 10 2018 210 341 A1** 2020.01.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 210 341.0**

(22) Anmeldetag: **26.06.2018**

(43) Offenlegungstag: **02.01.2020**

(51) Int Cl.: **B60W 30/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

**88250 Weingarten, DE; Freidl, Maximilian, 88046
Friedrichshafen, DE; Biehl, Sebastian, 88046
Friedrichshafen, DE; Jäger, Thomas, Dr., 88074
Meckenbeuren, DE**

(72) Erfinder:

**Kniess, Patrick, 88326 Aulendorf, DE; Banerjee,
Alexander, 88094 Oberteuringen, DE; Häfele,
Alexander, 88239 Wangen, DE; Schall, Christoph,**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

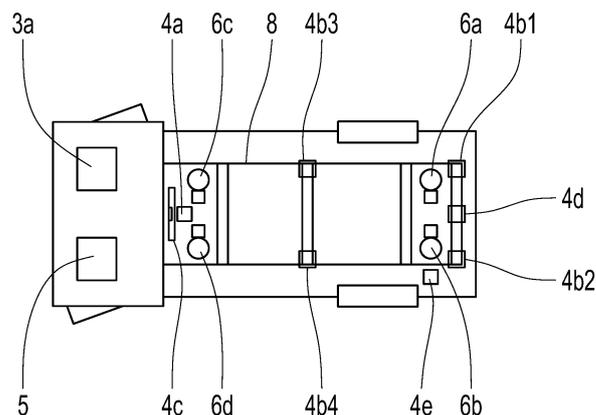
DE	10 2006 057 610	A1
DE	10 2012 022 336	A1
DE	10 2016 011 324	A1
EP	3 260 357	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts durch ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Ein System zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts durch ein Fahrzeug (1), weist Lagebestimmungsmittel (3a), die zur Bestimmung der Lage des Fahrzeugs (1) bezogen auf ein ortsfestes Koordinatensystem eingerichtet sind, und Ausrichtungsbestimmungsmittel (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) auf, die zur Bestimmung einer Ausrichtung des Fahrzeugs (1) in Relation zu dem Zielobjekt eingerichtet sind. Ferner ist eine Steuerungseinrichtung (5) vorgesehen, die zum Aufnehmen von Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln (3a) und von Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) sowie zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs (1) eingerichtet ist. Die Steuerungseinrichtung (5) steuert den autonomen Betrieb des Fahrzeugs (1) auf Basis der Lagebestimmungsinformationen in einem Abschnitt zwischen einer Ausgangsposition und einer Zwischenposition des Fahrzeugs (1) und ergänzend oder alternativ auf Basis der Ausrichtungsinformationen in einem Abschnitt zwischen der Zwischenposition und einer Aufnahmeposition.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts durch ein Fahrzeug. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein System zum autonomen Aufnehmen eines als austauschbarer Lastenträger ausgebildeten Zielobjekts durch ein Fahrzeug, wobei eine Vielzahl von Erfassungseinrichtungen zur Bestimmung von Lage und Ausrichtung verwendet werden.

Stand der Technik

[0002] Im Zusammenhang mit Fahrzeugen, die zur Aufnahme von Wechselbrücken als austauschbare Lastenträger vorgesehen sind, sind aus dem Stand der Technik bereits Systeme zum Unterstützen des Einspurvorgangs des Fahrzeugs unter die Wechselbrücke bekannt. Beispielsweise offenbart das Dokument DE 10 2006 057 610 A1 ein System, bei dem der Einspurvorgang eines Fahrzeugs unter eine Wechselbrücke durch bildgestützte Sensoren unterstützt wird. Mit diesem System können Entfernungsinformationen zwischen Fahrzeug und Wechselbrücke bestimmt werden und kann dadurch in den Einspurvorgang geeignet eingegriffen werden.

[0003] Bei dem Einspurvorgang eines Fahrzeugs zur Aufnahme einer Wechselbrücke sind nur geringe Abweichungen bezüglich des Fahrwegs insbesondere beim eigentlichen Einspurvorgang zulässig. Daher ist es erforderlich, insbesondere beim Einspurvorgang des Fahrzeugs unter die Wechselbrücke insbesondere in einer autonomen Betriebsweise ein System für eine äußerst genaue Lage- und Ausrichtungsbestimmung zur Verfügung zu stellen.

Darstellung der Erfindung

[0004] Ein System zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts durch ein Fahrzeug weist Lagebestimmungsmittel, die zur Bestimmung der Lage des Fahrzeugs bezogen auf ein ortsfestes Koordinatensystem eingerichtet sind, und Ausrichtungsbestimmungsmittel auf, die zur Bestimmung einer Ausrichtung des Fahrzeugs in Relation zu dem Zielobjekt eingerichtet sind. Dabei kann das System eine Steuerungseinrichtung aufweisen, die zum Aufnehmen von Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln und von Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln sowie zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs eingerichtet ist. Die Steuerungseinrichtung kann den autonomen Betrieb des Fahrzeugs auf Basis der Lagebestimmungsinformationen in einem Abschnitt zwischen einer Ausgangsposition und einer Zwischenposition des Fahrzeugs und ergänzend oder alternativ auf Basis der Ausrich-

tungsinformationen in einem Abschnitt zwischen der Zwischenposition und einer Aufnahmeposition des Fahrzeugs steuern.

[0005] Die Lage des Fahrzeugs bezogen auf das ortsfeste Koordinatensystem kann dabei die Position eines Referenzpunkts des Fahrzeugs sowie die räumliche Ausrichtung des Fahrzeugs relativ zum ortsfesten Koordinatensystem umfassen. Dabei ist das ortsfeste Koordinatensystem frei wählbar, solange mit den Lagebestimmungsmitteln eine eindeutige Bestimmung der Lage des Fahrzeugs möglich ist. Die Ausrichtung des Fahrzeugs in Relation zu dem Zielobjekt betrifft die Stellung des Fahrzeugs in Bezug auf die Stellung des Zielobjekts und kann dynamisch bestimmt werden.

[0006] Das System kann als Lagebestimmungsmittel ein GPS-basiertes Positionsbestimmungssystem aufweisen. Dabei kann in dem System eine vorbestimmte Einrichtung installiert sein, die unter Verwendung des GPS-Systems die Lage des Fahrzeugs als Lageinformationen zur Verfügung stellt. Als GPS-basiertes Positionsbestimmungssystem kommt jedes aktuell und zukünftig verfügbare System infrage.

[0007] Bei dem System können die Lagebestimmungsmittel ein Sensorsystem eines Leitsystems zum Erfassen von im Bereich des Fahrwegs des Fahrzeugs vorgesehenen Referenzelementen aufweisen. In diesem Fall können die Lageinformationen bezogen auf ein ortsfestes Koordinatensystem mit dem Leitsystem bestimmt werden, wenn Referenzelemente mit einer bekannten Position bezogen auf das ortsfeste Koordinatensystem vorgesehen sind. Insbesondere können bei dem Sensorsystem zum Erfassen von im Bereich des Fahrwegs vorgesehenen Referenzelementen RFID-Elemente verwendet werden. Die RFID-Elemente können dabei im Bereich des Fahrwegs an bekannten Positionen angebracht werden. Das Sensorsystem kann Erfassungselemente zum Erfassen der Position der RFID-Elemente aufweisen, so dass auf der Grundlage der bekannten Positionen der RFID-Elemente die Lage bezogen auf das ortsfeste Koordinatensystem als Lageinformation zur Verfügung gestellt werden kann. Als Referenzelemente können andere Elemente als RFID-Elemente verwendet werden, solange die Lage des Fahrzeugs bezogen auf das ortsfeste Koordinatensystem als Lageinformation zur Verfügung gestellt werden kann.

[0008] Bei dem System können die Ausrichtungsbestimmungsmittel ein laserbasiertes Sensorsystem aufweisen. Das laserbasierte Sensorsystem kann am Fahrzeug montierbar sein und zum Erfassen der Ausrichtung des Fahrzeugs relativ zum Zielobjekt eingerichtet sein. Dabei kann jede Art eines laserbasierten Sensorsystems verwendet werden, solange eine geometrische Größe, insbesondere ein Ab-

stand, zwischen zumindest einer Referenzposition des Fahrzeugs und zumindest einer Referenzposition des Zielobjekts quantitativ erfassbar ist. Bei der Verwendung des laserbasierten Sensorsystems können mehrere Sensorelemente vorgesehen sein, so dass eine Vielzahl von Informationen zur Verfügung gestellt werden kann.

[0009] Bei dem System kann das laserbasierte Sensorsystem mit Elementen des Zielobjekts interagieren und ein Abstandssignal erzeugen, das den Abstand des Zielobjekts und des Fahrzeugs in Längsrichtung angibt. Hierzu kann das Sensorsystem am Fahrzeug entsprechend so angeordnet werden, dass Elemente des Zielobjekts erfassbar sind.

[0010] Bei dem System kann das laserbasierte Sensorsystem mit Elementen des Zielobjekts interagieren und ein Ausrichtungssignal erzeugen, das eine Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt und dem Fahrzeug bezüglich einer relativen Rotation insbesondere um eine vertikale Achse des Fahrzeugs und/oder eines relativen Lateralversatzes angibt. Hierzu können mehrere Lasersensoren vorgesehen werden, von denen jeder ein Abstandssignal erzeugt. Aus den mehreren Abstandssignalen lässt sich auf der Grundlage der Kenntnis der Geometrie des Zielobjekts eine Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt und dem Fahrzeug beurteilen.

[0011] Bei dem System können die Ausrichtungsbestimmungsmittel ein Kamerasystem aufweisen. Das Kamerasystem kann bezüglich der Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach hinten gerichtet sein. Ferner kann das Kamerasystem durch bildgebende Abtastung des Sichtfeldes zumindest ein Abstandssignal erzeugen, das den Abstand des Zielobjekts und des Fahrzeugs in Längsrichtung angibt. Dabei kann das Kamerasystem ein Ausrichtungssignal erzeugen, das eine Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt und dem Fahrzeug bezüglich einer relativen Rotation insbesondere um eine vertikale Achse des Fahrzeugs und/oder eines relativen Lateralversatzes angibt. Hierzu können die Bildinformationen des Kamerasystems ausgewertet werden und mithilfe eines vorbestimmten Algorithmus aus den Bildinformationen Informationen bezüglich der Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt und dem Fahrzeug erzeugt werden.

[0012] Es ist insbesondere möglich, ein Kamerasystem mit zwei Kameraelementen zu verwenden, wobei die Kameras in Richtung der Hauptsichtfeldrichtung bzw. der Längsrichtung des Fahrzeugs versetzt an dem Fahrzeug angebracht sind. Insbesondere ist ein Kameraelement an einem vorderen Abschnitt des Fahrzeugs angebracht und ein anderes Kameraelement an einem hinteren Abschnitt des Fahrzeugs angebracht. Die von den Kameraelementen erzeugten Informationen werden mit einem vorbestimmten Al-

gorithmus zusammengeführt, um ein Ausrichtungssignal zu erzeugen.

[0013] Bei dem System kann ein Niveaufassungssystem vorgesehen sein, das ein Niveausignal erzeugt. Das Niveausignal gibt einen Abstand eines Referenzelements des Fahrzeugs bezogen auf einen Untergrund an, an dem sich das Fahrzeug befindet. Das Niveaufassungssystem kann dabei ein laserbasiertes Sensorsystem aufweisen. Das Referenzelement des Fahrzeugs kann ein Rahmen oder ein Abschnitt des Rahmens des Fahrzeugs sein. Ferner kann das Referenzelement des Fahrzeugs Elemente aufweisen, die zum Aufnehmen des Zielobjekts verwendet werden, wie z.B. Einspurelemente.

[0014] Bei dem System kann das Erreichen der Zwischenposition des Fahrzeugs im autonomen Betrieb des Fahrzeugs durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel erfasst werden. Dabei erfassen die Ausrichtungsbestimmungsmittel das Erreichen der Zwischenposition des Fahrzeugs dann, wenn durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel eine Erfassung von Elementen des Zielobjekts erfolgt. Bei den vorstehend diskutierten Alternativen für die Ausrichtungsbestimmungsmittel werden unter Anderem kamera-basierte Systeme, laserbasierte Sensorsysteme und Ähnliches genannt. Aufgrund der unterschiedlichen Technologie der verwendbaren Systeme ergeben sich Unterschiede hinsichtlich des Erfassungsbereichs. Insbesondere kann für jedes der verwendeten Systeme eine technisch bedingte maximale Erfassungsentfernung vorgegeben sein. Die Zwischenposition des Fahrzeugs ist somit als solche Position des Fahrzeugs relativ zum Zielobjekt definiert, bei der zumindest eines der Erfassungssysteme der Ausrichtungsbestimmungsmittel eine Erfassung durch eine Wechselwirkung mit Elementen des Zielobjekts durchführen kann. Die Ausrichtungsbestimmungsmittel können dabei ein Signal erzeugen, das angibt, dass die Zwischenposition erreicht ist. Das Erreichen der Zwischenposition kann alternativ oder ergänzend durch die Lagebestimmungsmittel bestimmt werden.

[0015] Bei dem System kann die Steuerungseinrichtung eingerichtet sein, um verfügbare Ausrichtungsinformationen und/oder Lageinformationen miteinander zu fusionieren und ein Gesamtausrichtungssignal zu erzeugen. Dabei werden die Informationen von den Erfassungseinrichtungen zusammengeführt und in der Steuerungseinrichtung mithilfe eines vorbestimmten Algorithmus bewertet. Aufgrund der abweichenden Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit der Ausgangssignale der Erfassungssysteme kann durch die Fusionierung eine Korrektur und/oder Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden. Mithilfe der Gesamtheit der Informationen kann somit ein zuverlässiges und genaues Gesamtausrichtungssignal erzeugt werden.

[0016] Ein Fahrzeug zur Aufnahme eines als Wechselbrücke ausgestalteten Zielobjekts kann mit Einspurelementen versehen sein, die zum Einspuren in einen am austauschbaren Lastenträger vorgesehenen Einspurtunnel eingerichtet sind. Ferner kann das Fahrzeug eine Steuerungseinrichtung aufweisen, die zum Aufnehmen von Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln des Fahrzeugs und von Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln des Fahrzeugs sowie zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs eingerichtet sein kann. Das Fahrzeug kann ferner mit einem System mit einem oder mehreren der vorstehend beschriebenen Merkmale ausgestattet sein.

[0017] Bei dem Fahrzeug können die Einspurelemente so vorgesehen sein, dass ein Einspuren in den Einspurtunnel des austauschbaren Lastenträgers durch einen Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs unter den austauschbaren Lastenträger erfolgen kann. Dabei ist die Fahrt beim Einspuren im Wesentlichen eine Geradeausfahrt. Das Fahrzeug kann ferner mit einem System zum Einstellen eines Niveaus ausgestattet sein, mit dem der Abstand der Einspurelemente in Relation zum Untergrund einstellbar ist. Insbesondere kann hierzu ein Niveauregulierungssystem am Fahrzeug vorgesehen sein.

[0018] Ein Verfahren zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts durch ein Fahrzeug weist die folgenden Schritte auf:

Bestimmen von Lageinformationen an einer Ausgangsposition des Fahrzeugs; Ermitteln einer Trajektorie zum Anfahren einer Zwischenposition, an der das Fahrzeug mit einer vorbestimmten Ausrichtung an dem Zielobjekt positioniert ist, auf der Grundlage der bestimmten Lageinformationen und Steuern eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs zum Bewegen des Fahrzeugs an die Zwischenposition;

Bestimmen von Ausrichtungsinformationen, nachdem das Fahrzeug die Zwischenposition erreicht hat;

Herbeiführen eines Aufnahmезustands des Fahrzeugs auf der Grundlage der Ausrichtungsinformationen;

Steuern eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs zum Bewegen des Fahrzeugs von der Zwischenposition zu der Aufnahmeposition, in der das Zielobjekt von dem Fahrzeug aufgenommen werden kann.

[0019] Das Verfahren kann auf ein Fahrzeug angewendet werden, das die Merkmale des vorstehend beschriebenen Fahrzeugs aufweist. Insbesondere ist das Verfahren anwendbar auf ein solches Fahrzeug, das eines oder mehrere der Merkmale des vorstehend beschriebenen Systems aufweist. Insbesondere

re wird das Verfahren zum Aufnehmen eines austauschbaren Lastenträgers als Zielobjekt durch ein mit Einspurelementen versehenes Fahrzeug verwendet. Dabei sind die Einspurelemente zum Einspuren in einen am austauschbaren Lastenträger vorgesehenen Einspurtunnel eingerichtet.

[0020] Bei dem Verfahren werden die Lageinformationen verwendet, um eine Trajektorie zum Anfahren einer Zwischenposition zu ermitteln. Dabei wird die Lage des Zielobjekts in Bezug auf das ortsfeste Koordinatensystem berücksichtigt. Die Zwischenposition kann dabei eine Position sein, bei der das Fahrzeug sich an das Zielobjekt angenähert hat. Für den Fall, dass als Zielobjekt ein austauschbarer Lastenträger verwendet wird, ist die Zwischenposition eine Position des Fahrzeugs, bei der die Längsachse des Fahrzeugs ungefähr mit der Längsachse des austauschbaren Lastenträgers übereinstimmt. Der Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem austauschbaren Lastenträger kann dabei variabel sein, solange bei Erreichen der Zwischenposition die Bestimmung der Ausrichtung des Fahrzeugs in Relation zu dem austauschbaren Lastenträger durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel erfolgen kann. Somit kann beim Ermitteln der Trajektorie die Zwischenposition geschätzt werden und das Erreichen der Zwischenposition durch entsprechende Maßnahmen bestätigt werden.

[0021] Bei dem Verfahren werden die Lageinformationen durch Bestimmen der Position und Ausrichtung des Fahrzeugs in einem ortsfesten Koordinatensystem bestimmt und zum Steuern des autonomen Betriebs des Fahrzeugs zum Bewegen des Fahrzeugs an die Zwischenposition verwendet. Bei dem Verfahren kann angenommen werden, dass die Zwischenposition erreicht ist, wenn das Fahrzeug mit einer näherungsweise Längsausrichtung zum austauschbaren Lastenträger positioniert ist und Ausrichtungsinformationen durch am Fahrzeug vorgesehene Ausrichtungsbestimmungsmittel durch Wechselwirkungen zwischen den Ausrichtungsbestimmungsmitteln und Elementen des austauschbaren Lastenträgers bestimmbar sind. Die Ausrichtungsbestimmungsmittel können somit ein entsprechendes Signal erzeugen und abgeben, so dass für den weiteren Betrieb davon ausgegangen werden kann, dass die Zwischenposition erreicht ist.

[0022] Bei dem Verfahren kann angenommen werden, dass der Aufnahmезustand erreicht ist, wenn die Einspurelemente des Fahrzeugs vollständig in den Einspurtunnel des austauschbaren Lastenträgers eingespurt sind. Dieser Zustand ist erreicht, wenn das Fahrzeug durch die Rückwärtsfahrt unter den austauschbaren Lastenträger gefahren ist und der austauschbare Lastenträger in diesem Zustand durch nachfolgendes Anheben der Einspurelemente des Fahrzeugs aufgenommen werden kann. Das

Aufnehmen bedeutet hierbei, dass der austauschbare Lastenträger, der beim Einspuren der Einspurelemente des Fahrzeugs in den Einspurtunnel des austauschbaren Lastenträgers auf Stützelementen abgestellt ist, so angehoben wird, dass die Stützelemente vom Untergrund abgehoben werden und der austauschbare Lastenträger vollständig von dem Fahrzeug getragen wird.

[0023] Bei dem Verfahren können beim Bestimmen der Ausrichtungsinformationen eine oder mehrere der folgenden am Fahrzeug vorgesehenen Erfassungseinrichtungen verwendet werden:

Eine laserbasierte Abstandserfassungseinrichtung zur Erfassung einer Längs- und/oder Querausrichtung des Fahrzeugs relativ zum austauschbaren Lastenträger,

ein Kamerasystem zur Erfassung von Bildinformationen zur Bestimmung von Ausrichtungsinformationen;

eine laserbasierte Niveauerfassungseinrichtung zur Erfassung eines Abstands der Einspurelemente relativ zum Untergrund.

[0024] Als Erfassungseinrichtungen können entsprechend diejenigen Systeme verwendet werden, die bei der vorstehenden Beschreibung des Systems genannt sind. Bei dem Verfahren können die Ausrichtungsinformationen durch Fusionieren von Signalen der am Fahrzeug vorgesehenen Erfassungseinrichtungen ausgehend von der Zwischenposition beim Einspuren der Einspurelemente in den Einspurtunnel bis zum Erreichen der Aufnahmeposition ermittelt werden. Dabei können die Erfassungseinrichtungen wie folgt zum Einsatz kommen:

Verwendung des Kamerasystems bei Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs von der Zwischenposition zumindest bis zum Einspuren der Einspurelemente in den Einspurtunnel;

Verwendung der laserbasierten Abstandserfassungseinrichtung zur Erfassung der Längsausrichtung des Fahrzeugs relativ zum austauschbaren Lastenträger von der Zwischenposition bis zur Aufnahmeposition;

Verwendung der laserbasierten Niveauerfassungseinrichtung vor dem Einspuren der Einspurelemente in den Einspurtunnel;

Verwendung der laserbasierten Abstandserfassungseinrichtung zur Erfassung der Querausrichtung des Fahrzeugs relativ zum austauschbaren Lastenträger während des Einspurens der Einspurelemente in den Einspurtunnel. Bei dem Verfahren können somit die einzelnen Erfassungseinrichtungen dann zum Einsatz kommen, wenn es technisch möglich und zweckdienlich ist.

[0025] Bei dem Verfahren können ferner die durch die Lagebestimmungsmittel bestimmte Lageinformationen für die Ermittlung der Ausrichtungsinformationen verwendet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Lageinformationen die Lage des Fahrzeugs in Relation zu einem festen Koordinatensystem betreffen, während die Ausrichtungsinformationen die relative Ausrichtung zwischen Fahrzeug und austauschbarem Lastenträger betreffen. Aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik der Lageinformationen und der Ausrichtungsinformationen ergibt sich durch diese Vorgehensweise eine äußerst genaue Bestimmung der Ausrichtung zwischen dem Fahrzeug und dem austauschbaren Lastenträger. Dabei kann berücksichtigt werden, dass die Lageinformationen in diesem Verfahren nur dann verwendet werden, wenn eine ausreichende Genauigkeit beispielsweise eines verwendeten GPS-basierten Systems vorliegt wird.

[0026] Bei dem Verfahren kann beim Fusionieren der Signale der am Fahrzeug vorgesehenen Erfassungseinrichtungen eine Plausibilitätsprüfung der Signale der am Fahrzeug vorgesehenen Erfassungseinrichtungen und gegebenenfalls eine entsprechende Korrektur der Signale bei der Ermittlung der Ausrichtungsinformationen vorgenommen werden. Die Fusionierung betrifft die Bewertung der verfügbaren Signale mit einem vorbestimmten Algorithmus. Da die verfügbaren Signale sich teilweise auf dieselbe Größe beziehen, kann es zu redundanten Ergebnissen kommen. Beispielsweise kann ein Abstandssignal sowohl von dem Kamerasystem als auch von dem laserbasierten Sensorsystem erzeugt werden. In diesem Fall können die Signale wechselseitig korrigiert werden. Bei übermäßiger Abweichung eines Signals von mehreren redundanten Signalen kann mithilfe der Plausibilitätsprüfung festgestellt werden, ob dieses Signal übermäßig ungenau ist. Für die weitere Vorgehensweise kann ein solches als ungenau eingestuftes Signal unberücksichtigt bleiben.

[0027] Bei dem Verfahren können bei der Plausibilitätsprüfung der Signale die Lageinformationen verwendet werden. Die Lageinformationen werden mit den Lagebestimmungsmitteln erfasst, die die Lage des Fahrzeugs in Relation zu dem ortfesten Koordinatensystem bestimmen. Hierdurch kann verhindert werden, dass eine Fehlerquelle, beispielsweise eine Positionsabweichung eines Referenzelements an dem austauschbaren Lastenträger, Auswirkungen auf mehrere redundante Signale hat und auch durch die Plausibilitätsprüfung die Abweichung unerkannt bleibt.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug und eine Wechselbrücke, auf Ausführungsformen der Erfindung anwendbar sind;

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Draufsicht eine Anordnung von Sensoren an einem Fahrzeug, auf das Ausführungsformen der Erfindung anwendbar ist;

Fig. 3 zeigt einen unteren Bereich einer Wechselbrücke, die von dem Fahrzeug aufgenommen werden kann;

Fig. 4 zeigt in einer schematischen Darstellung verschiedene Relativpositionen eines Fahrzeugs zur Wechselbrücke zum Erläutern des Erfindungskonzepts;

Fig. 5 zeigt in einer schematischen Darstellung die Anordnung von Sensoren an einem Fahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 6 zeigt das Fahrzeug und die Wechselbrücke in einer schematischen Ansicht von hinten gemäß der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform;

Fig. 7 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm zum Erläutern des Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Beschreibung der Ausführungsformen

[0028] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0029] **Fig. 1** zeigt ein Fahrzeug **1**, das zur Aufnahme eines Zielobjekts geeignet ist. Ferner zeigt **Fig. 1** eine Wechselbrücke **2**, die als austauschbarer Lastenträger ausgeführt ist und in der vorliegenden Beschreibung als Zielobjekt definiert ist. Die in **Fig. 1** gezeigte Wechselbrücke **2** kann von dem Fahrzeug **1** aufgenommen werden. Die Wechselbrücke **2** ist zur Aufnahme von Ladung ausgestaltet. Hierzu ist auf der Wechselbrücke **2** ein optionaler Koffer **10** zur Aufnahme der Ladung vorgesehen. Das Fahrzeug **1** weist ein Führerhaus am vorderen Abschnitt und einen Rahmen **8** am hinteren Abschnitt auf. In der Darstellung ist das Fahrzeug **1** mit einer Vorderachse und zwei Hinterachsen dargestellt, jedoch sind verschiedene Anordnungen mit mehr oder weniger Achsen denkbar.

[0030] In Längsrichtung hinter dem Fahrzeug **1** ist in der Darstellung von **Fig. 1** die Wechselbrücke **2** auf Stützelementen **9** abgestellt. In der in **Fig. 1** gezeigten Konfiguration wird das Fahrzeug **1** zum Aufnehmen der Wechselbrücke **2** vorbereitet. Das Aufnehmen der Wechselbrücke **2** wird nach Einfahren des Fahrzeugs **1** unter die Wechselbrücke **2** durch Anheben des Fahrzeugs **1** durchgeführt. Der Vorgang zum

Aufnehmen der Wechselbrücke wird weiter unten diskutiert.

[0031] In **Fig. 2** ist in einer schematischen Draufsicht die Anordnung von Einspurelementen **6a**, **6b**, **6c**, **6d** an dem Rahmen **8** des Fahrzeugs **1** dargestellt. Insbesondere sind an einem hinteren Abschnitt des Rahmens **8** des Fahrzeugs **1** Einspurelemente **6a**, **6b** angebracht, die in Querrichtung des Fahrzeugs **1** voneinander beabstandet sind. Am vorderen Bereich des Rahmens **8** des Fahrzeugs **1** sind Einspurelemente **6c**, **6d** gezeigt, die ebenfalls in Querrichtung des Fahrzeugs **1** beabstandet sind. Die Einspurelemente **6a**, **6b**, die am hinteren Bereich des Rahmens **8** montiert sind, bilden ein erstes Paar Führungselemente. Die Einspurelemente **6c**, **6d** die am vorderen Bereich des Rahmens **8** angebracht sind, bilden ein zweites Paar Einspurelemente. Das erste Paar Einspurelemente **6a**, **6b** ist in Längsrichtung von dem zweiten Paar Einspurelemente **6c**, **6d** beabstandet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind somit vier Einspurelemente **6a**, **6b**, **6c**, **6d** an dem Rahmen **8** vorgesehen, die jeweils an vier Ecken eines gedachten Rechtecks montiert sind.

[0032] In **Fig. 3** ist die Ausgestaltung der Wechselbrücke **2** dargestellt. Insbesondere ist in der Ansicht von **Fig. 3** der Bereich der unteren Fläche der Wechselbrücke **2** erkennbar. Die Wechselbrücke **2** weist in der vorliegenden Ausführungsform den optionalen Koffer **10** auf, der zur Aufnahme von Ladung vorgesehen ist. An der unteren Fläche der Wechselbrücke **2** ist ein Einspurtunnel **7** vorgesehen. Der Einspurtunnel **7** wird nach oben durch die untere Fläche der Wechselbrücke **2** begrenzt. Nach links und nach rechts wird der Einspurtunnel **7** durch ein rechtes Führungselement **7a** und ein linkes Führungselement **7b** gebildet. Das rechte Führungselement **7a** und das linke Führungselement **7b** sind jeweils als Führungsschienen ausgestaltet sein, die durchgehend an der Unterseite der Wechselbrücke **2** vorgesehen sind. Der Abstand zwischen der linken Führungsschiene **7a** und der rechten Führungsschiene **7b** ist dabei so eingerichtet, dass die Einspurelemente **6a**, **6b**, **6c**, **6d** in den so gebildeten Einspurtunnel **7** einspuren können.

[0033] Die Wechselbrücke weist ferner Stützelemente **9** auf, wobei in der vorliegenden Ausführungsform vier Stützelemente **9** vorgesehen sind. Die Stützelemente **9** stützen die Wechselbrücke am Untergrund ab, sodass die Wechselbrücke **2** mit einem vorbestimmten Abstand zum Untergrund gehalten wird. Die Stützelemente **9** sind im in **Fig. 3** gezeigten Zustand verriegelt und können nach Aufnehmen der Wechselbrücke **2** durch das Fahrzeug **1**, insbesondere nach dem Abheben der Wechselbrücke **2** vom Untergrund eingeklappt und in der eingeklappten Position verriegelt werden.

[0034] Das in **Fig. 2** gezeigte Fahrzeug **1** weist ferner eine Anzahl von Sensoren und Messeinrichtungen auf. Die Sensoren und Messeinrichtungen, die an dem Fahrzeug **1** der vorliegenden Ausführungsform montiert sind, werden im Folgenden beschrieben.

[0035] An einem vorderen Bereich des Rahmens **8** ist eine Abstandserfassungseinrichtung **4a** vorgesehen. Die Abstandserfassungseinrichtung **4a** weist ein laserbasiertes Sensorsystem auf. Die Abstandserfassungseinrichtung **4a** richtet einen Laserstrahl bezüglich der Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach hinten. Der von der Abstandserfassungseinrichtung **4a** nach hinten gerichtete Laserstrahl kann auf ein Element der Wechselbrücke **2** treffen. Das Element, auf das der nach hinten gerichtete Laserstrahl treffen kann, ist in der vorliegenden Ausführungsform ein Querträger der Wechselbrücke **2** am vorderen Bereich der Wechselbrücke **2**. Die Abstandserfassungseinrichtung **4a** weist eine Messeinrichtung auf, mit der über bekannte Verfahren der Abstand zwischen der Abstandserfassungseinrichtung **4a** und dem Element der Wechselbrücke **2**, auf das der Laserstrahl trifft, bestimmt werden kann. Somit kann die Abstandserfassungseinrichtung **4a** die relative Position zwischen Fahrzeug **1** und Wechselbrücke **2** in Längsrichtung bestimmen.

[0036] Die Abstandserfassungseinrichtung **4a** gibt ein entsprechendes Signal zur weiteren Verarbeitung ab.

[0037] An dem in **Fig. 2** gezeigten Fahrzeug ist ferner ein Kamerasystem vorgesehen, das zwei bezüglich der Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach hinten ausgerichtete Kameras **4c**, **4d** umfasst. Dabei ist eine vordere Kamera **4c** am vorderen Abschnitt des Rahmens **8** angeordnet, wohingegen eine hintere Kamera **4d** am hinteren Abschnitt des Rahmens **8** angeordnet ist. Beide Kameras sind so eingerichtet, dass sie einen im entsprechenden Sichtfeld befindlichen Bereich erfassen und die erfassten Informationen zur Verarbeitung weitergeben. Insbesondere werden die von den Kameras **4c**, **4d** erfassten Informationen in der vorliegenden Ausführungsform in ein Signal umgesetzt, das auf die Ausrichtung der hinter dem Fahrzeug **1** befindlichen Wechselbrücke **2** schließen lässt.

[0038] An dem in **Fig. 2** gezeigten Fahrzeug ist in der vorliegenden Ausführungsform als Lagebestimmungsmittel **3** ein GPS-gestütztes Positionerfassungssystem **3a** vorgesehen. Das GPS-gestützte Positionerfassungssystem **3a** ist eingerichtet, um die Position und Ausrichtung des Fahrzeugs **1** in Bezug auf ein ortfestes Koordinatensystem zu bestimmen. Das GPS-basierte Positionsbestimmungssystem **3a** gibt entsprechende Signale zur weiteren Verarbeitung ab.

[0039] An dem Fahrzeug in **Fig. 2** ist ferner eine Niveaufassungseinrichtung **4e** vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform weist die Niveaufassungseinrichtung **4e** einen laserbasierter Sensor auf, der bezogen auf eine Referenzposition am Rahmen **8** einen Abstand zum Untergrund erfasst, auf dem sich das Fahrzeug befindet. Die Niveaufassungseinrichtung **4e** gibt ein entsprechendes Signal zur Weiterverarbeitung ab.

[0040] Das in **Fig. 2** gezeigte Fahrzeug weist ferner ein laserbasiertes Einspursensorsystem **4b** auf, das zur lasergestützten Erfassung der Ausrichtung des Fahrzeugs **1** relativ zu der Wechselbrücke **2** eingerichtet ist. Das laserbasierte Einspursensorsystem **4b** weist hierzu vier laserbasierte Sensoren **4b1**, **4b2**, **4b3**, **4b4** auf, die jeweils paarweise an dem Rahmen **8** des Fahrzeugs **1** angeordnet sind. Dabei ist ein erstes Paar laserbasierter Sensoren **4b1**, **4b2** an dem hinteren Abschnitt des Fahrzeugs **8** angeordnet. Insbesondere ist das erste Paar laserbasierte Sensoren **4b1**, **4b2** hinter dem ersten Paar Einspurelemente **6a**, **6b** vorgesehen. Ferner weist das laserbasierte Einspursensorsystem **4b** ein zweites Paar laserbasierte Sensoren **4b3**, **4b4**, die bezogen auf die Längsrichtung im mittleren Bereich des Rahmens **8** des Fahrzeugs **1** angeordnet sind. Insbesondere ist das zweite Paar laserbasierte Sensoren **4b3**, **4b4** zwischen dem ersten Paar Einspurelemente **6a**, **6b** und dem zweiten Paar Einspurelemente **6c**, **6d** angeordnet. Die laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2**, **4b3**, **4b4** sind eingerichtet, um die Ausrichtung und Position der Wechselbrücke **2** relativ zum Fahrzeug **1** zu erfassen.

[0041] Das laserbasierte Einspursensorsystem **4b** ist in **Fig. 5** und **Fig. 6** näher dargestellt. Wie in **Fig. 5** ersichtlich ist, werden Laserstrahlen der laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2**, die am hinteren Abschnitt des Rahmens **8** angeordnet sind, so ausgerichtet, dass diese auf Elemente der Wechselbrücke **2** treffen. Die Laserstrahlen der laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2** sind dabei so ausgerichtet, dass sie sich kreuzen. **Fig. 6** zeigt hierzu in einem Querschnitt die relativen Ausrichtungen der laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2** in Bezug auf das rechte Führungselement **7a** und das linke Führungselement **7b** des Einspurtunnels **7**.

[0042] Durch die Erfassung der Abstände zwischen dem laserbasierten Sensor **4b1** an der rechten Seite des Fahrzeugs und einem Element der Wechselbrücke **2** an der linken Seite beziehungsweise zwischen dem laserbasierten Sensor **4b2** an der linken Seite des Fahrzeugs **1** und einem Element der Wechselbrücke **2** an der rechten Seite können bereits vor dem Einspuren des ersten Paares Einspurelemente **6a**, **6b** die Ausrichtung des Fahrzeugs **1** relativ zur Wechselbrücke **2** erfasst werden. Nach weiterem Einfahren des Fahrzeugs **1** unter die Wechselbrücke **2** können

die laserbasierten Sensoren **4b3**, **4b4**, die am mittleren Bereich des Rahmens **8** angeordnet sind, den Abstand zu Elementen der Wechselbrücke **2**, insbesondere zu der linken Führungsschiene **7b** und der rechten Führungsschiene **7a** erfassen. Auch durch diese Erfassung kann die Ausrichtung zwischen dem Fahrzeug **1** und der Wechselbrücke **2** durchgeführt werden. Durch die Kombination der Messergebnisse von den vier in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehenen laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2**, **4b3**, **4b4** während des Einfahrens des Fahrzeugs **1** unter die Wechselbrücke **2** können ein Lateralversatz des Fahrzeugs **1** relativ zur Wechselbrücke **2** sowie ein Winkelversatz des Fahrzeugs **1** relativ zur Wechselbrücke **2** erfasst werden. Entsprechende Signale werden von dem laserbasierten Einspursensorysystem **4b** zur weiteren Verarbeitung erzeugt.

[0043] In Fig. 4 ist schematisch der Ablauf zum Einspuren und Aufnehmen der Wechselbrücke **2** durch das Fahrzeug **1** dargestellt. In Fig. 4 befindet sich in der mit **A** bezeichneten Ansicht das Fahrzeug **1** in Längsausrichtung vor der Wechselbrücke **2**. Dabei ist das Fahrzeug **1** in Längsrichtung noch von der Wechselbrücke **2** beabstandet. Diese Position kann als Zwischenposition definiert werden, worauf im Folgenden eingegangen wird.

[0044] In der mit **B** bezeichneten Ansicht ist das Fahrzeug **1** bereits mit seinem hinteren Abschnitt unter die Wechselbrücke **2** gefahren. Dabei ist das erste Paar Einspurelemente **6a**, **6b** bereits in den Einspurtunnel **7** zwischen das rechte Führungselement **7a** und das linke Führungselement **7b** eingespurt.

[0045] In der mit **C** bezeichneten Ansicht ist das Fahrzeug **1** vollständig unter die Wechselbrücke **2** gefahren. Dabei sind sowohl das erste Paar Einspurelemente **6a**, **6b** als auch das zweite Paar Einspurelemente **6c**, **6d** in den Einspurtunnel zwischen das rechte Führungselement **7a** und das linke Führungselement **7b** eingespurt. In dieser Situation befindet sich das Fahrzeug **1** in einer Aufnahmeposition, die weiter unten diskutiert wird.

[0046] Somit werden von den Lagebestimmungsmitteln **3** Informationen hinsichtlich der Position und Ausrichtung des Fahrzeugs **1** in Bezug auf ein ortsfestes Koordinatensystem erzeugt und bereitgestellt. Ferner werden durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel **4** Informationen zur Ausrichtung des Fahrzeugs **1** in Relation zur Wechselbrücke **2** bereitgestellt, sobald die Erfassung durch die entsprechenden Erfassungsmittel möglich ist. Die Ausrichtungsbestimmungsmittel **4** weisen in der vorliegenden Ausführungsform die Abstandserfassungseinrichtung **4a**, das laserbasierte Einspursensorysystem **4b** mit den laserbasierten Sensoren **4b1**, **4b2**, **4b3**, **4b4**, das Kamerasystem **4c**, **4d** mit der vorderen Kamera **4c** und der hinteren Kamera **4d** und die Niveaufassungseinrichtung **4e**

auf. Die somit in den Ausrichtungsbestimmungsmitteln **4** zusammengefassten Erfassungsmittel erzeugen Signale, die zur weiteren Verarbeitung verfügbar gemacht werden.

[0047] Das Fahrzeug der vorliegenden Ausführungsform ist mit einer Steuerungseinrichtung **5** ausgestattet, die unter anderem zum Ausführen eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs **1** eingerichtet ist. Hierzu weist die Steuerungseinrichtung **5** entsprechende Mittel auf, die zum Aufnehmen von Sensordaten, zum Abgeben von Steuersignalen und dergleichen vorgesehen sind. Ferner weist die Steuerungseinrichtung eine Verarbeitungseinheit auf, in der ein vorbestimmtes Programm ausgeführt werden kann. Die Steuerungseinrichtung **5** nimmt insbesondere die Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln **3** und die Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln **4** auf. Ferner werden der Steuerungseinrichtung **5** weitere Signale zugeführt, die für den autonomen Betrieb erforderlich sind.

[0048] Die Steuerungseinrichtung **5** ist ferner dazu eingerichtet, über Steuerausgänge Aktuatoren anzu steuern, wie zum Beispiel einen Aktuator zum Verstellen eines Lenkwinkels von lenkbaren Rädern, einen Aktuator zum Betätigen eines Antriebs mit einem vorbestimmten Betriebszustand, einen Aktuator zum Betätigen einer Bremseinrichtung sowie einen Aktuator zum Betätigen eines Niveauregulierungssystems des Fahrzeugs **1**.

[0049] Im Folgenden wird das Verfahren zum autonomen Aufnehmen des Zielobjekts durch das Fahrzeug gemäß einer Ausführungsform erläutert. In der vorliegenden Ausführungsform wird das Verfahren zum Aufnehmen der Wechselbrücke **2** durch das Fahrzeug durchgeführt. Dabei wird von dem Aufbau und den Funktionen des Fahrzeugs **1** und der Wechselbrücke **2** gemäß der vorstehenden Beschreibung ausgegangen.

[0050] In einer Ausgangssituation befindet sich das Fahrzeug **1** an einer Ausgangsposition. Ferner befindet sich die aufzunehmende Wechselbrücke **2** an einer Aufnahmeposition. Sowohl Ausgangsposition als auch Aufnahmeposition sind dabei durch Informationen definiert, die die Position und Ausrichtung des Fahrzeugs **1** beziehungsweise der Wechselbrücke **2** umfassen.

[0051] Während die Aufnahmeposition der Wechselbrücke **2** durch einen vorhergehenden Abstellvorgang der Wechselbrücke **2** bekannt sein kann, wird die Ausgangsposition des Fahrzeugs **1** durch das GPS-basierte Positionsbestimmungssystem **3a** bestimmt und verfügbar gemacht.

[0052] Ausgehend von dieser Situation und dem Bedarf, die Wechselbrücke **2** durch das Fahrzeug **1** durch einen autonomen Betrieb aufzunehmen, wird das in **Fig. 7** schematisch dargestellte Ablaufdiagramm bei **START** gestartet.

[0053] Nach Durchführung von initialen Prozessen wird in dem Schritt **S1** die Lageinformation an der Ausgangsposition des Fahrzeugs **1** bestimmt. Hierzu wird, wie vorstehend beschrieben ist, in der vorliegenden Ausführungsform das GPS-basierte Positionsbestimmungssystem **3a** eingesetzt.

[0054] In Schritt **S2** wird eine Trajektorie **T** ermittelt. Die Trajektorie **T** wird zum Anfahren einer Zwischenposition ermittelt. Dabei ist die Zwischenposition so definiert, dass das Fahrzeug **1** an dieser Position mit einer vorbestimmten Ausrichtung an der Wechselbrücke **2** positioniert ist. Die Zwischenposition befindet sich dabei gemäß der vorliegenden Ausführungsform in der Nähe der Wechselbrücke **2** an der Aufnahmeposition, wobei das Fahrzeug **1** und die Wechselbrücke **2** in der Zwischenposition bereits näherungsweise in Längsrichtung ausgerichtet sind.

[0055] Auf der Grundlage der ermittelten Trajektorie **T** wird in der vorliegenden Ausführungsform unter Berücksichtigung der Lageinformationen das Fahrzeug **1** durch den autonomen Betrieb von der Ausgangsposition zu der Zwischenposition gefahren. Dabei wird in der vorliegenden Ausführungsform die kontinuierlich verfügbare Lageinformation durch das GPS-basierte Positionsbestimmungssystem für den autonomen Betrieb des Fahrzeugs **1** verwendet.

[0056] In Schritt **S3** werden Ausrichtungsinformationen bestimmt, nachdem das Fahrzeug **1** die Zwischenposition erreicht hat. In der vorliegenden Ausführungsform können Ausrichtungsinformationen von einer oder mehreren der Erfassungseinrichtungen erzeugt werden, die die Ausrichtungsbestimmungsmittel **4** aufweisen. Sobald beispielsweise die hintere Kamera **4d** den vorderen Abschnitt der Wechselbrücke **2** erfasst und Informationen zur Ausrichtung zwischen Fahrzeug **1** und der Wechselbrücke **2** erzeugen kann, kann bestimmt werden, dass das Fahrzeug **1** die Zwischenposition erreicht hat. In dieser Situation werden alle Erfassungselemente der Ausrichtungsbestimmungsmittel **4** verwendet, um Ausrichtungsinformationen kontinuierlich zu erzeugen.

[0057] In Schritt **S4** wird ein Aufnahmezustand des Fahrzeugs **1** auf der Grundlage der Ausrichtungsinformationen herbeigeführt. In der vorliegenden Ausführungsform wird auf der Grundlage des Signals der Niveauerfassungseinrichtung **4e** und unter Verwendung des am Fahrzeug **1** vorgesehenen Niveauregulierungssystems das Niveau des Rahmens **8** und insbesondere der Einspurelemente **6a, 6b, 6c, 6d** relativ zum Untergrund so eingestellt, dass die Einspur-

elemente **6a, 6b, 6c, 6d** in den Einspurtunnel **7** der Wechselbrücke **2** einspuren können. Das Vorliegen des Aufnahmezustandes wird durch das Kamerasystem **4c, 4d** bestätigt. Außerdem wird in der vorliegenden Ausführungsform auch auf im Voraus erstellte Informationen bezüglich der Geometrie der Wechselbrücke **2** und des Fahrzeugs **1** zurückgegriffen.

[0058] Bei Schritt **S5** wird der autonome Betrieb des Fahrzeugs **1** zum Bewegen des Fahrzeugs **1** von der Zwischenposition zu der Aufnahmeposition durchgeführt. In der Aufnahmeposition kann die Wechselbrücke **2** von dem Fahrzeug **1** aufgenommen werden. Insbesondere ist das Fahrzeug **1** in der Aufnahmeposition vollständig unter die Wechselbrücke **2** gefahren und sind alle Einspurelemente **6a, 6b, 6c, 6d** in den Einspurtunnel **7** eingespurt. In dieser Situation ist das in **Fig. 7** dargestellte Verfahren prinzipiell beendet.

[0059] In der vorliegenden Ausführungsform wird durch Anheben des Fahrzeugs mithilfe des Niveauregulierungssystems nach Erreichen der Aufnahmeposition die Wechselbrücke **2** durch den Rahmen angehoben, so dass die Stützelemente **9** von dem Untergrund abheben. Die Stützelemente **9** werden nun hochgeklappt und können an dieser Position verriegelt werden. Dieser Vorgang kann in der vorliegenden Ausführungsform ebenfalls automatisiert mit entsprechenden Betätigungsmitteln vorgenommen werden. In dieser Situation ist das Fahrzeug **1** mit der Wechselbrücke **2** abfahrbereit und kann autonom oder fahrgestützt zu einem vorbestimmten Zielort gefahren werden.

[0060] In der vorliegenden Ausführungsform werden die von den Erfassungselementen der Ausrichtungsmittel **4** bereitgestellten Signale fusioniert ausgewertet. Dabei wird beim Anfahren des Fahrzeugs **1** zu der Zwischenposition zuerst das Kamerasystem **4c, 4d** verwendet, um die Ausrichtung zwischen Fahrzeug **1** und Wechselbrücke **2** zu bestimmen. Nach weitergehender Rückwärtsfahrt und während der Erfassung der Ausrichtung zwischen Fahrzeug **1** und Wechselbrücke **2** durch das Kamerasystem **4c, 4d** wird die Abstandserfassungseinrichtung **4a** eingesetzt, um den Abstand zwischen Fahrzeug **1** und Wechselbrücke **2** genau zu bestimmen. Darauf wird noch vor Beginn des Einspurens der Einspurelemente **6a, 6b, 6c, 6d** in den Einspurtunnel **7** durch die Niveauerfassungseinrichtung **4e** der Abstand des Fahrzeugrahmens **8** in Relation zum Untergrund bestimmt. Nach fortgesetzter Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs **1** in Richtung auf die Wechselbrücke **2** erfassen die laserbasierten Sensoren **4b1, 4b2**, die am hinteren Ende des Rahmens **8** montiert sind, die Führungselemente **7a, 7b** der Wechselbrücke **2**. Nach weitergehender Rückwärtsfahrt erfassen die laserbasierten Sensoren **4b3, 4b4**, die im mittleren Bereich des Rahmens **8** angeordnet sind, die Führungselemente **7a, 7b** des Einspurtunnels **7**.

[0061] Somit werden in einer logischen Abfolge die Erfassungselemente der Ausrichtungsbestimmungsmittel **4** in Abhängigkeit von dem Einfahrzustand des Fahrzeugs **1** unter die Wechselbrücke **2** eingesetzt, um das Einspuren durch den autonomen Betrieb des Fahrzeugs **1** zu regeln.

[0062] In der vorliegenden Ausführungsform wird als Lagebestimmungsmittel das GPS-basierte Positionbestimmungssystem **3a** verwendet. In einer abgewandelten Ausführungsform sind an dem Fahrzeug **1** alternativ oder zusätzlich Sensoren eines Leitsystems **3b** vorgesehen, die in der Fahrbahn eingelassene Elemente, wie beispielsweise RFID-Elemente erfassen können, deren Position bekannt ist. Auf diese Weise kann das Fahrzeug **1** zwischen der Ausgangsposition und der Zwischenposition entsprechend autonom gesteuert werden.

S2

Ermitteln einer Trajektorie

S3

Bestimmen von Ausrichtungsinformationen

S4

Herbeiführen eines Aufnahmestands

S5

Steuern eines autonomen Betriebs

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Zielobjekt (Wechselbrücke)
3	Lagebestimmungsmittel
3b	Positionbestimmungssystem
3c	Leitsystem
4	Ausrichtungsbestimmungsmittel
4a	Abstandserfassungseinrichtung
4b	Einspursensorsystem
4b1, 4b2, 4b3, 4b4	Laserbasierte Sensoren
4c, 4d	Kamerasystem
4e	Niveauerfassungseinrichtung
5	Steuerungseinrichtung
6a, 6b, 6c, 6d	Einspurelement
7	Einspurtunnel
7a, 7b	Führungselement
8	Rahmen
9	Stützelement
10	Koffer
T	Trajektorie
S1	Bestimmen von Lageinformationen

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

- DE 102006057610 A1 [0002]

Patentansprüche

1. System zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts (2) durch ein Fahrzeug (1), wobei das System Lagebestimmungsmittel (3), die zur Bestimmung der Lage des Fahrzeugs (1) bezogen auf ein ortsfestes Koordinatensystem eingerichtet sind, und Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) aufweist, die zur Bestimmung einer Ausrichtung des Fahrzeugs (1) in Relation zu dem Zielobjekt (2) eingerichtet sind, ferner mit einer Steuerungseinrichtung (5), die zum Aufnehmen von Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln (3) und von Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln (4) sowie zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs (1) eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (5) den autonomen Betrieb des Fahrzeugs (1) auf Basis der Lagebestimmungsinformationen in einem Abschnitt zwischen einer Ausgangsposition und einer Zwischenposition des Fahrzeugs (1) und ergänzend oder alternativ auf Basis der Ausrichtungsinformationen in einem Abschnitt zwischen der Zwischenposition und einer Aufnahmeposition steuert.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagebestimmungsmittel (3) ein GPS-basiertes Positionsbestimmungssystem (3a) aufweisen.

3. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagebestimmungsmittel (3) ein Sensorsystem (3b) zum Erfassen von im Bereich des Fahrwegs vorgesehenen Referenzelementen (3c) aufweisen.

4. System nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) ein laserbasiertes Sensorsystem aufweisen, das am Fahrzeug (1) montierbar ist und zum Erfassen der Ausrichtung des Fahrzeugs (1) relativ zum Zielobjekt (2) eingerichtet ist.

5. System nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das laserbasierte Sensorsystem ein Einspursensorsystem (4b) aufweist, das mit Elementen des Zielobjekts (2) interagiert und ein Abstandssignal erzeugt, das den Abstand des Zielobjekts (2) und des Fahrzeugs (1) in Längsrichtung angibt.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das laserbasierte Sensorsystem eine Abstandserfassungseinrichtung (4a) aufweist, das mit mehreren Elementen des Zielobjekts (2) interagiert und ein Ausrichtungssignal erzeugt, das eine Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt (2) und dem Fahrzeug (1) bezüglich einer relativen Rotation und/oder eines relativen Lateralversatzes angibt.

7. System nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) ein Kamerasystem (4c, 4d) aufweisen, das bezüglich der Fahrtrichtung des Fahrzeugs (1) nach hinten gerichtet ist und durch bildgebende Abtastung des Sichtfeldes ein Abstandssignal erzeugt, das den Abstand des Zielobjekts (2) und des Fahrzeugs (1) in Längsrichtung angibt, und ein Ausrichtungssignal erzeugt, das eine Ausrichtung zwischen dem Zielobjekt (2) und dem Fahrzeug (1) bezüglich einer relativen Rotation und/oder eines relativen Lateralversatzes angibt.

8. System nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System ein Niveauserfassungseinrichtung (4e) aufweist, das ein Niveausignal erzeugt, das einen Abstand eines Referenzelements des Fahrzeugs (1) relativ zum Untergrund, an dem sich das Fahrzeug (1) befindet, angibt.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erreichen der Zwischenposition des Fahrzeugs (1) beim autonomen Betrieb des Fahrzeugs (1) durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) erfasst wird, wobei die Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) das Erreichen der Zwischenposition des Fahrzeugs (1) dann erfassen, wenn durch die Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) eine Erfassung von Elementen des Zielobjekts (2) erfolgt.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (5) eingerichtet ist, um verfügbare Ausrichtungsinformationen und/oder Lageinformationen miteinander zu fusionieren und ein Gesamtausrichtungssignal zu erzeugen.

11. Fahrzeug (1) zur Aufnahme eines als Wechselbrücke ausgestalteten Zielobjekts (2), wobei das Fahrzeug (1) mit Einspurelementen (6a, 6b, 6c, 6d) versehen ist, die zum Einspuren in einen an der Wechselbrücke (2) vorgesehenen Einspurtunnel (7) eingerichtet sind, ferner mit einer Steuerungseinrichtung (5), die zum Aufnehmen von Lageinformationen von den Lagebestimmungsmitteln (3) des Fahrzeugs (1) und von Ausrichtungsinformationen von den Ausrichtungsbestimmungsmitteln (4) des Fahrzeugs (1) sowie zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs (1) eingerichtet ist, ferner mit einem System nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

12. Verfahren zum autonomen Aufnehmen eines Zielobjekts (2) durch ein Fahrzeug (1) nach Anspruch 11, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- (S1) Bestimmen von Lageinformationen an einer Ausgangsposition des Fahrzeugs (1);
- (S2) Ermitteln einer Trajektorie (T) zum Anfahren einer Zwischenposition, an der das Fahrzeug (1) mit

einer vorbestimmten Ausrichtung an dem Zielobjekt (2) positioniert ist, auf der Grundlage der bestimmten Lageinformationen und Steuern eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs (1) zum Bewegen des Fahrzeugs (1) an die Zwischenposition;

(S3) Bestimmen von Ausrichtungsinformationen, nachdem das Fahrzeug (1) die Zwischenposition erreicht hat;

(S4) Herbeiführen eines Aufnahmestands des Fahrzeugs (1) auf der Grundlage der Ausrichtungsinformationen;

(S5) Steuern eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs (1) zum Bewegen des Fahrzeugs (1) von der Zwischenposition zu der Aufnahmeposition, in der das Zielobjekt (2) von dem Fahrzeug (1) aufgenommen werden kann.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren zum Aufnehmen einer Wechselbrücke als Zielobjekt (2) durch ein mit Einspurelementen (6a, 6b, 6c, 6d) versehenes Fahrzeug (1) angewendet wird, wobei die Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) zum Einspuren in einen an der Wechselbrücke (2) vorgesehenen Einspurtunnel (7) eingerichtet sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lageinformationen durch Bestimmen der Position und Ausrichtung des Fahrzeugs (1) in einem ortsfesten Koordinatensystem bestimmt und zum Steuern des autonomen Betriebs des Fahrzeugs (1) zum Bewegen des Fahrzeugs (1) an die Zwischenposition verwendet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenposition erreicht ist, wenn das Fahrzeug (1) mit einer näherungsweise Längsausrichtung zur Wechselbrücke (2) positioniert ist und Ausrichtungsinformationen durch am Fahrzeug (1) vorgesehene Ausrichtungsbestimmungsmittel (4) durch Wechselwirkungen zwischen den Ausrichtungsbestimmungsmitteln (4) und Elementen der Wechselbrücke (2) bestimmbar sind.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13-15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmestand erreicht ist, wenn die Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) des Fahrzeugs (1) vollständig in den Einspurtunnel (7) der Wechselbrücke (2) eingespurt sind.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13-16, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Bestimmen der Ausrichtungsinformationen eine oder mehrere der folgenden am Fahrzeug (1) vorgesehenen Ausrichtungserfassungseinrichtungen verwendet werden:

- ein Einspursensorsystem (4b) zur Erfassung eines Abstands des Fahrzeugs (1) relativ zur Wechselbrücke (2) in Längsrichtung;

- eine Abtasterfassungseinrichtung (4a) zur Erfassung einer Längs- und/oder Querausrichtung des Fahrzeugs (1) relativ zur Wechselbrücke (2);

- ein Kamerasystem (4c, 4d) zur Erfassung von Bildinformationen zur Bestimmung von Ausrichtungsinformationen;

- eine Niveaufassungseinrichtung (4e) zur Erfassung eines Niveaus der Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) relativ zum Untergrund.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13-17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtungsinformationen durch Fusionieren von Signalen der am Fahrzeug (1) vorgesehenen Erfassungseinrichtungen ausgehend von der Zwischenposition beim Einspuren der Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) in den Einspurtunnel (7) bis zum Erreichen der Aufnahmeposition ermittelt werden, wobei die Ausrichtungseinrichtungen wie folgt zum Einsatz kommen:

- Verwendung des Kamerasystems (4c, 4d) bei Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs (1) von der Zwischenposition zumindest bis zum Einspuren der Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) in den Einspurtunnel (7);

- Verwendung des Einspursensorsystems (4b) zur Erfassung der Längsausrichtung des Fahrzeugs (1) relativ zur Wechselbrücke (2) von der Zwischenposition bis zur Aufnahmeposition;

- Verwendung der Niveaufassungseinrichtung (4e) vor dem Einspuren der Einspurelemente (6a, 6b, 6c, 6d) in den Einspurtunnel (7);

- Verwendung der Abtasterfassungseinrichtung (4a) zur Erfassung der Längs- und/oder Querausrichtung des Fahrzeugs (1) relativ zur Wechselbrücke (2).

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass ferner die durch die Lagebestimmungsmittel (3) bestimmten Lageinformationen für die Ermittlung der Ausrichtungsinformationen verwendet werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18-19, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Fusionieren der Signale der am Fahrzeug (1) vorgesehenen Ausrichtungserfassungseinrichtungen eine Plausibilitätsprüfung der Signale der am Fahrzeug (1) vorgesehenen Ausrichtungserfassungseinrichtungen und gegebenenfalls eine entsprechende Korrektur der Signale bei der Ermittlung der Ausrichtungsinformationen vorgenommen wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Plausibilitätsprüfung der Signale die Lageinformationen der Lagebestimmungsmittel (3) verwendet werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

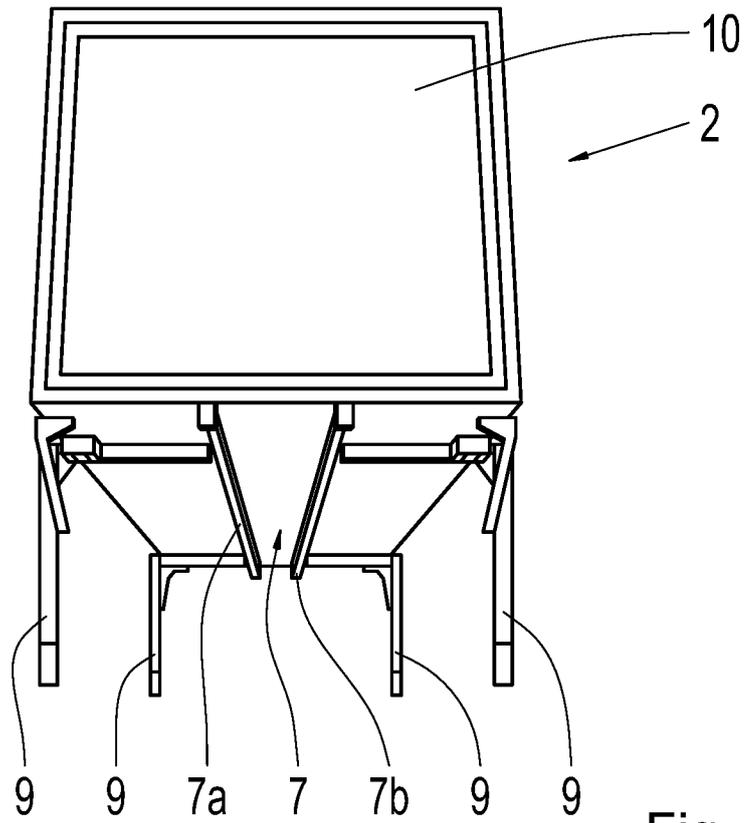


Fig. 3

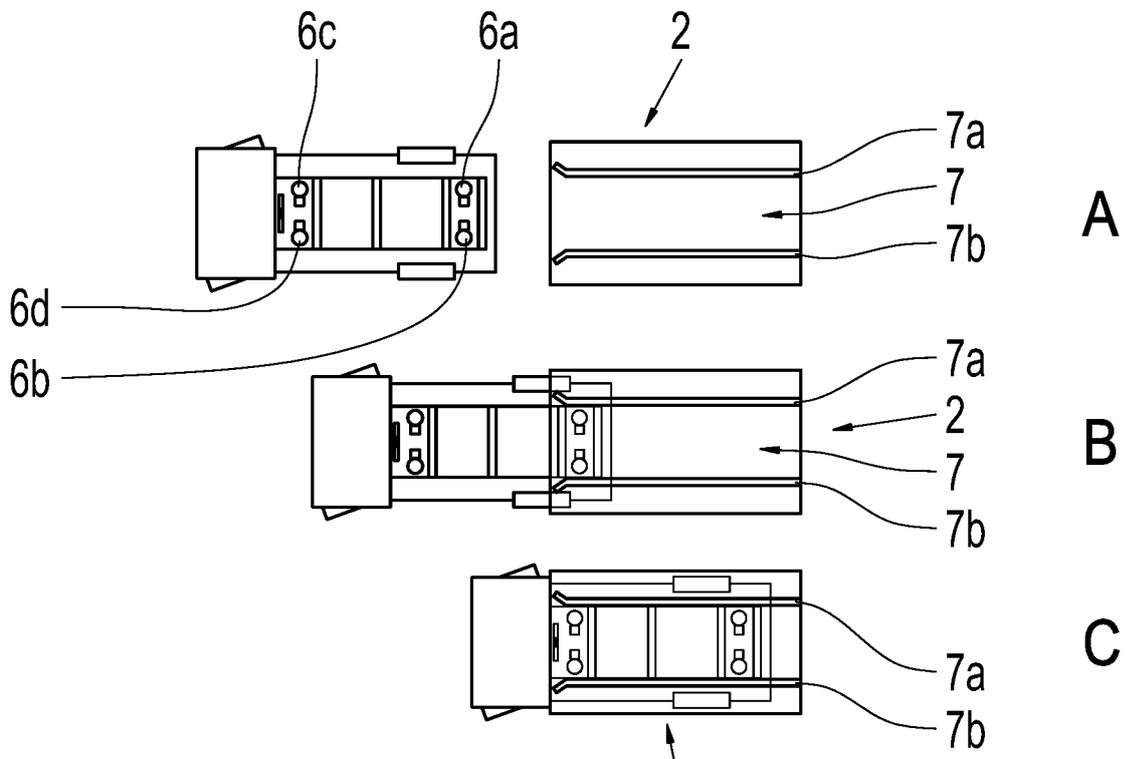


Fig. 4

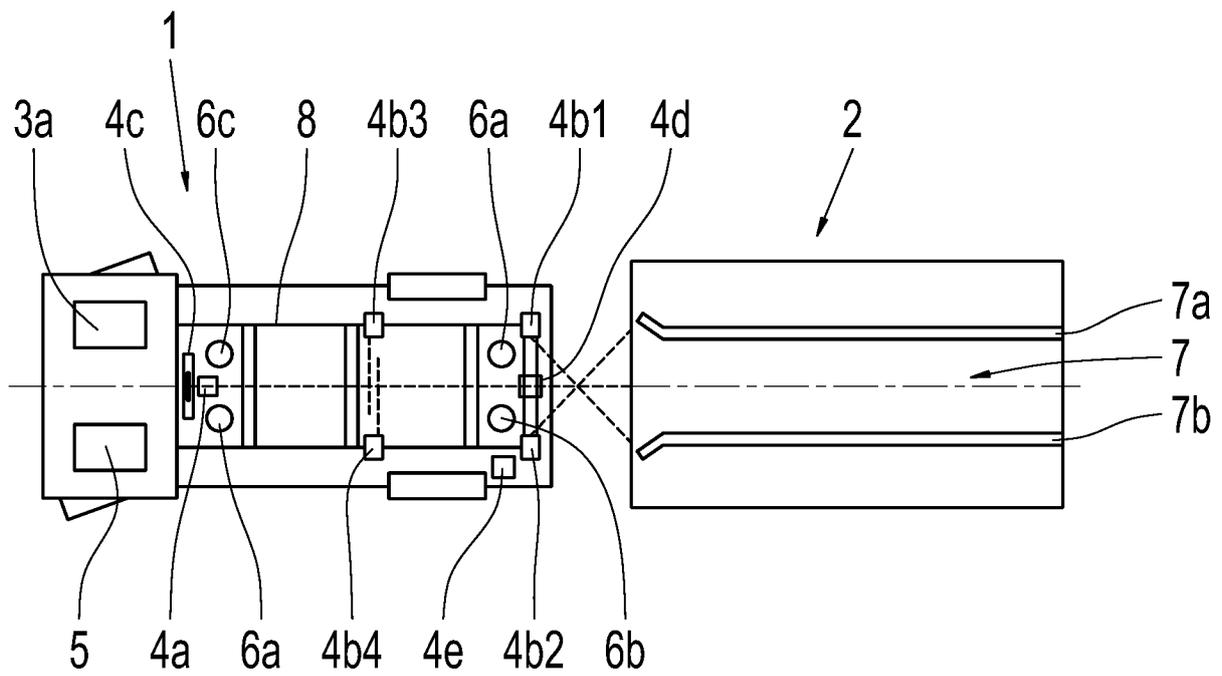


Fig. 5

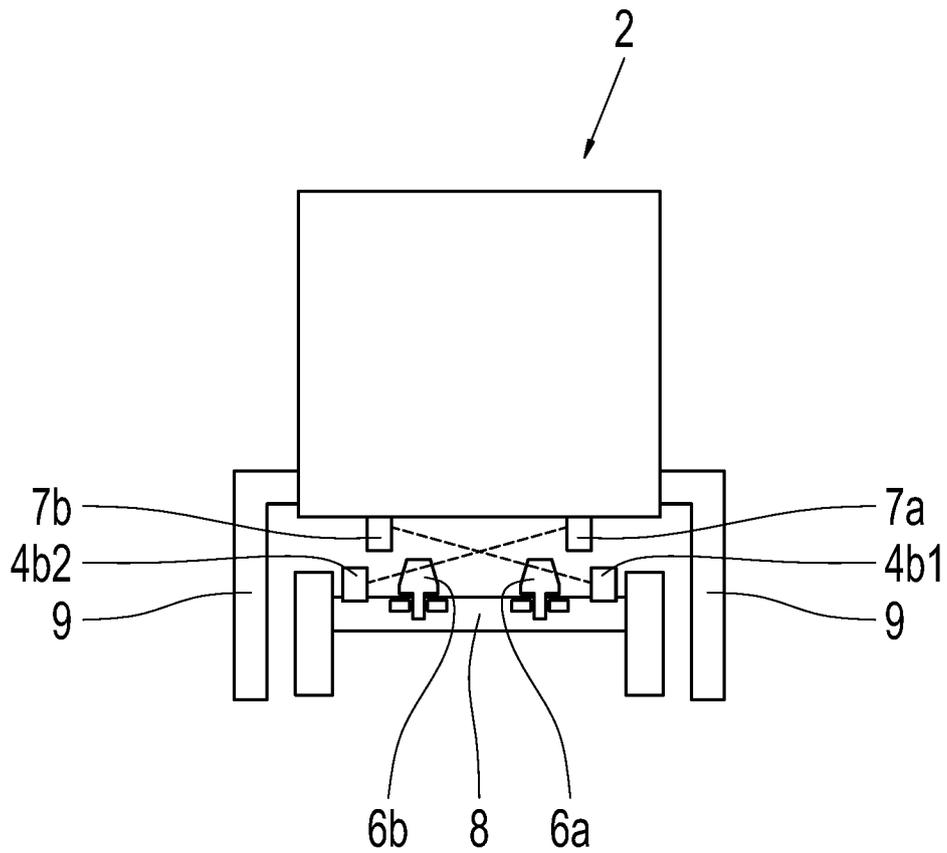


Fig. 6

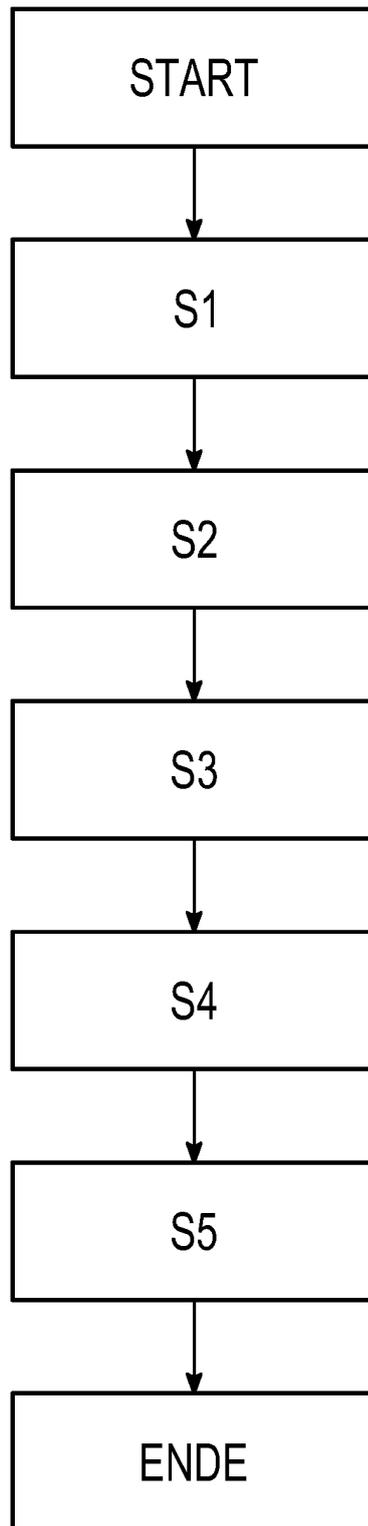


Fig. 7