



(11)

EP 2 724 972 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.08.2015 Patentblatt 2015/33

(51) Int Cl.:
B66C 13/46 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003911.8**

(22) Anmeldetag: **05.08.2013**

(54) **Verfahren zur Bestimmung der Position, in der ein ISO-Container auf ein Trägerfahrzeug aufzusetzen ist, sowie 3D-Laserscan-Messanlage dafür**

Method for determination of the position in which an ISO container is to be placed on a carrier vehicle, and 3D laser scan measurement system for the same

Procédé de détermination de la position dans laquelle un conteneur ISO est à déposer sur un véhicule porteur, ainsi qu'installation de mesure à scanner laser 3D à cet effet

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

(30) Priorität: **25.10.2012 DE 102012020953**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(73) Patentinhaber: **Lase GmbH Industrielle Lasertechnik
46485 Wesel (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ambrosy, Lars
D-28213 Bremen (DE)**
• **Boenke, Michael
D-28865 Lilienthal (DE)**
• **Schikora, Michael
D-28757 Bremen (DE)**

(74) Vertreter: **Quermann, Andreas
Thierschstrasse 11
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 574 587 DE-A1-102007 055 316
DE-A1-102008 026 608**

EP 2 724 972 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergestützten Bestimmung der Position, in der ein ISO-Container mittels eines Krans auf ein Trägerfahrzeug aufzusetzen ist, anhand einer die Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentierenden Wolke von Messpunkten, die durch Abtasten des Trägerfahrzeugs von oben mit einem 3D-Laserscanner gewonnen werden, sowie eine 3D-Laserscan-Messanlage gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus der DE 10 2007 055 316 A1 bekannt und ermöglicht es, Container mehr oder weniger zielgenau auf ein Trägerfahrzeug aufzusetzen, ohne spezielle Merkmale des Trägerfahrzeugs kennen zu müssen. Die minimal erzielbare Positioniergenauigkeit ist durch die für den Laserscanner angegebene Entfernungsauflösung von 2 cm begrenzt. Dementsprechend müssen die Container mittels Trichter, Fänger oder Mulden am Trägerfahrzeug in ihre Endposition geführt werden.

[0003] Ein derartiges Verfahren und eine derartige Messanlage sind auch aus der EP 2 574 587 A1 bekannt, welche Stand der Technik gemäß Art. 54 (3) EPÜ darstellt. Anhand von in der Messpunkt Wolke erscheinenden 3D-Konturen lassen sich Twistlocks identifizieren und lokalisieren, da die zu suchende 3D-Form genau bekannt ist, und anhand der so ermittelten Twistlock-Orte werden Container-Zielpositionsdaten für den auf das Trägerfahrzeug aufzusetzenden Container berechnet.

[0004] Die DE 10 2008 014 125 A1 offenbart ein Verfahren zur rechnergestützten Lokalisierung eines Trägerfahrzeugs anhand von Fahrerhausdach und Querträgern desselben relativ zu einem Kran oder Referenzkoordinatensystem anhand einer die Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentierenden Wolke von Messpunkten, die durch Abtasten des Trägerfahrzeugs von oben mit einem 3D-Laserscanner gewonnen werden, um die Zielposition für die auf das Trägerfahrzeug aufzusetzende Last zu gewinnen. Danach ist es grundsätzlich bekannt, ein dreidimensionales Modell eines zu lokalisierenden Objekts so lange zu verschieben und zu rotieren, bis die Abweichung zwischen der Messpunkt Wolke und dem Modell im Gesamtfehler minimal ist. Doch wird hier ein anderes Lokalisierungsverfahren verwendet, eine sog. PCA-Analyse.

[0005] In einem Container-Terminal lädt eine Containerbrücke, insbesondere ein so genannter STS (Ship-To-Shore)-Kran, Container vom Schiff an Land, entweder direkt auf LKW oder Eisenbahnen, oder sie übergibt die Container an Transportfahrzeuge, insbesondere fahrerlose Transportfahrzeuge (AGV; Automated Guided Vehicle), die meist als Portalhubwagen ausgebildet sind.

[0006] An Land, auch an hafenlosen Containerumschlagplätzen, können Container mit Stapel- bzw. Portalkränen, insbesondere führerlos betriebenen Stapelbrücken (ASC; Automated Stacking Crane), umgeschlagen bzw. auf LKW oder Eisenbahnen verladen werden.

ASC-Krane gibt es auch mit Kamerasystemen, welche auf die Eckbeschläge (engl.: corner castings) der Container gerichtete Kameras enthalten, um einen Container halbautomatisch auf einen LKW aufsetzen zu können. Ein vollautomatisches Beladen von LKW ist hiermit aber nicht möglich.

[0007] Trägerfahrzeuge für den Straßentransport von Containern gibt es als LKW mit oder ohne Anhänger sowie als Sattelkraftfahrzeuge bestehend aus einer LKW-Zugmaschine und einem wie ein normaler Sattelaufleger angehängten Containerchassis. Ein Containerchassis ist ein Fahrgestell für ISO-Container, welche mittels Twistlocks am Containerchassis gesichert werden. Die Abstände der Twistlocks ergeben sich durch die Normen der ISO-Container.

[0008] Für ein vollautomatisches Beladen von Trägerfahrzeugen, die mit Twistlocks ausgestattet sind, müsste man nicht nur die Positionen der Container-Eckbeschläge, sondern auch jene der Twistlocks am Trägerfahrzeug exakt kennen, damit diese richtig ineinandergreifen können. Darüber hinaus muss man praktisch absolut sicher sein, dass die Twistlock-Positionen richtig ermittelt worden sind, weil das Aufsetzen in einer falschen Position aufwändige Korrekturen oder sogar fatale Folgen nach sich ziehen kann.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass eine für das vollautomatische Laden von Containern auf Trägerfahrzeuge genügend exakte und zuverlässige Objekt- und Positions-erkennung anhand von Kamerabildern nicht zu erreichen ist, da die zu erkennenden Teile optisch äußerst unterschiedlich aussehen können, nicht nur weil sie ganz unterschiedliche Abnutzungsgrade und entsprechend unterschiedliche Erscheinungsbilder zeigen, sondern auch wegen der Beleuchtungsverhältnisse, die je nach Blickrichtung und Witterung ständig wechseln können.

[0010] Die DE 10 2008 062 854 A1 offenbart eine Mechanik zur automatischen Verriegelung und Entriegelung von handbetätigten Twistlocks auf der Ladefläche eines LKW von einem so genannten Spreader aus. Ein Spreader ist ein Hebezeug, das einen Container an seinen vier oberen Ecken packt, indem er in die Eckbeschläge eingreift. Es wird auch vorgeschlagen, Position und Typ der Twistlocks mittels eines Laserscanners zu erkennen, der sich an einem die Twistlocks entriegelnden bzw. verriegelnden Roboter befindet.

[0011] Die DE 10 2009 037 742 A1 offenbart, Ladegüter und Angriffspunkte für deren Handhabung mittels eines Laserscanners zu vermessen und mit gespeicherten Objektformen zu vergleichen.

[0012] Die DE 10 2010 060 942 A1 offenbart eine Anordnung von mehreren Sensoren wie z. B. Laserscannern, die mittels Marken im gemeinsamen Sichtfeld registriert und dadurch fusioniert werden.

[0013] Die WO 2010/010977 A1 offenbart einen Spreader mit Sensoren zur Erkennung der Positionen seiner Twistlocks und eines aufzunehmenden Containers, um die Twistlocks automatisch auf die Eckbeschläge des Containers einzustellen.

[0014] Die EP 2 327 652 A1 offenbart einen Laserscanner, der einen in eine Krananlage einfahrenden LKW dreidimensional abtastet. Anhand von Objektmodellen aus einer Datenbank werden Objektzustände geschätzt, aus denen sich Objekttyp, Objektposition und Objektorientierung von Zugfahrzeug und Container ableiten lassen, um ein Zielführungssignal zum Anfahren einer Be- und Entladeposition zu erzeugen.

[0015] Die DE 10 2008 026 608 A1 offenbart, LKW-Auflieger mit einem Laserscanner abzutasten, so dass sich eine Messpunkt Wolke ergibt, und Aufliegertypen z. B. anhand ihrer Querstreben zu identifizieren, so dass die Anschlusspunkte des Containers und die korrespondierenden Anschlusspunkte des Aufliegers schnell und präzise angefahren werden können. Hierfür wird eine Datenbank von Aufliegertypen benötigt, weshalb das Verfahren bei unbekannten Aufliegertypen oder bei an sich bekannten, aber individuell modifizierten Aufliegern versagt.

[0016] Die WO 2012/051024 A2 offenbart ein Verfahren zum automatischen Laden von Containern auf ein Containerschiff, wofür die absolute Position des Containerschiffs und der Stauplan exakt bekannt sein müssen.

[0017] Die Anmelderin hat eine Messanlage mit zwei am Querträger eines STS-Krans befestigten 3D-Laserscannern realisiert, um die Szenerie im Portal dreidimensional zu vermessen und die Positionen von LKW, Anhänger, AGV oder Container zu ermitteln. Mithilfe der Messdaten können LKW und Anhänger relativ zentrisch unter die Containerbrücke geleitet werden, damit eine Übergabe der Container ohne Kranfahrt erfolgen kann, und außerdem kann eine geeignete Vorpositionierung des Spreaders an der Containerbrücke erfolgen. Auf diese Weise kann die Umschlaggeschwindigkeit erhöht und kann die Inanspruchnahme und Gefährdung von Personal vermindert werden. Die Anmelderin hat auch eine ähnliche Messanlage mit zwei an der Katze eines ASC-Krans befestigten 3D-Laserscannern realisiert, um LKW, Anhänger, AGV oder Container dreidimensional zu vermessen.

[0018] Dazu wird in der Zeitschrift 'Hebezeuge Fördermittel', Huss-Medien, Berlin, 2009, Heft 6, Seiten 324-325, vorgeschlagen, in einer von zwei 3D-Laserscannern gelieferten Messpunkt Wolke einer Szene Positionen von markanten Punkten wie z. B. Containerecken zu bestimmen, um das Aufnehmen und das Absetzen von Containern von/auf LKW zu unterstützen. Dadurch ist ein Teilautomatikbetrieb möglich, bei dem der Spreader schon über dem LKW bzw. über dem Container vorpositioniert ist.

[0019] Trotz aller bisherigen Bemühungen und Anregungen im Stand der Technik ist ein vollautomatisches Laden von Containern auf nicht auf bestimmte Typen festgelegte Trägerfahrzeuge mit Twistlocks auch mittels Laserunterstützung in der Praxis immer noch nicht möglich, weil hierfür kein wirklich praxistaugliches lasergestütztes Objekt- und Positionserkennungsverfahren existiert. Tatsächlich ist es immer noch erforderlich, dass

ein Mitarbeiter den Vorgang des Aufsetzens eines Containers auf das Containerchassis per Augenschein überwacht, da die Zielposition eines Containers auf dem Containerchassis bislang weder mit der erforderlichen Genauigkeit noch mit der nötigen Zuverlässigkeit automatisch ermittelt werden kann. Dies hat mehrere Gründe, die nachfolgend erläutert werden.

[0020] Die Szenerie im Portal über die ganze Länge eines Hängerzugs oder Sattelkraftfahrzeugs mittels eines 3D-Laserscanners zu vermessen, stellt hohe Anforderungen an den Scanner. Dieser muss in einer ausreichenden Höhe über dem Fahrzeug angebracht sein und eine entsprechende Reichweite haben. Und um zuverlässige Messungen erzielen zu können, sollte der Scanner von einem Typ sein, der die Entfernung von Messpunkten nach dem Laufzeitverfahren bestimmt. Dabei sendet der Laser gepulste Lichtbündel aus und bestimmt die Entfernung anhand der Laufzeit des zurückreflektierten Lichts.

[0021] Dieses Arbeitsprinzip wird jedoch dadurch begrenzt, dass nur Laser der Laserschutzklasse 1 in Frage kommen. Um gesundheitliche Schäden auszuschließen, muss die Lichtenergie je Fläche begrenzt werden. Praktisch wird das erreicht durch relativ starke Laser, deren Strahl optisch aufgeweitet wird, so dass die maximal erlaubte Energie je Fläche nach dem Austritt aus dem Gehäuse nicht überschritten wird. Dabei gilt, je größer die Aufweitung bzw. der Mess-Leuchtfleck ist, desto geringer wirken sich Umwelteinflüsse und Reflexionseigenschaften der zu messenden Oberfläche auf die Güte der Messung aus. Je kleiner die Aufweitung bzw. der Messfleck ist, desto genauer können feine Strukturen erkannt werden.

[0022] Dies alles beschränkt die Wahl der Laserscanner auf solche mit Winkel- und Entfernungsauflösungen, die nur wenig kleiner sind als die Abmessungen von Twistlocks, wie von einem Kran aus gesehen. Der über seine Basis vorstehende Teil eines Twistlocks misst 96 x 35 x 50 mm, und im Handel erhältliche 3D-Laserscanner, die sich als für den vorliegenden Zweck tauglich erwiesen haben, haben einen Leuchtfleckdurchmesser von 20 bis 30 mm in 10 Meter Entfernung, eine Winkelauflösung von ungefähr 0,02° und eine Abstandsauflösung von ± 12 mm, und somit ein entsprechendes Rauschen. Bei den damit erzielbaren Auflösungen hebt sich die Form eines Twistlocks zwar noch vom Rauschen ab, wenn man ein Containerchassis von einem Kranquerträger aus abtastet, doch muss in der Praxis oft unter ungünstigen Bedingungen gemessen werden, z. B. bei Regen, Schnee, Nebel oder verschmutztem Schutzglas des Scanners.

[0023] Um die vorgenannten Hindernisse zu überwinden, könnte man erwägen, viele Einzellaser und/oder -kameras zu verwenden, die jeweils nur einen Ausschnitt der Szenerie aus geringerer Distanz betrachten, doch würde so etwas auch den apparativen und rechnerischen Aufwand vervielfachen.

[0024] Ein weiterer Grund, weshalb man die Positio-

nen eines Containers und dessen Zielposition auf Trägerfahrzeugen für Landtransport bislang nicht zuverlässig genug automatisch ermitteln kann, ist der, dass Containerchassis komplex aufgebaut und praktisch bei jedem ankommenden Sattelkraftfahrzeug anders gestaltet sind. Noch unterschiedlichere Formen gibt es bei für Containertransport eingerichteten LKW mit oder ohne Anhänger. Was ISO-Container betrifft, so kann man immerhin anhand der Container-Außenseiten und/oder -kanten auf die Position der Eckbeschläge schließen, obwohl auch dies problematisch ist, weil es Container gibt, die sich im Gebrauch verformt haben. Bei LKW mit oder ohne Anhänger sowie Containerchassis gibt es aber keine Merkmale, anhand derer man die Container-Zielposition eindeutig ermitteln könnte, mit Ausnahme der Twistlocks selbst.

[0025] Twistlocks in relativ gering aufgelösten 3D-Daten zu erkennen, welche die mehr oder weniger unebene Oberseite des Containerchassis als ein 3D-Profil z. B. in Form einer Messpunkt Wolke repräsentieren, ist aber in mehrfacher Hinsicht äußerst schwierig. An Containerchassis kann es nämlich viele Teile geben, die von ihrer Form her mit einem Twistlock verwechselbar sind, besonders in Zonen, in denen das Containerchassis nicht senkrecht von oben, sondern mehr oder weniger schräg abgetastet wird. Außerdem können Twistlocks abgenutzt oder verschmutzt sein, so dass sie nicht leicht als solche erkannt werden, und es kann Anbauteile oder Verschmutzungen am Containerchassis geben, die möglicherweise mit einem Twistlock verwechselt werden können.

[0026] Daher ist es bislang nicht möglich, die Twistlocks an einem Trägerfahrzeug mit der für vollautomatische Prozesse erforderlichen Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu lokalisieren. Was die Genauigkeit betrifft, so müsste diese in der Größenordnung von 10 mm liegen, damit jeder Twistlock sicher und vollständig in einen Container-Eckbeschlag eingreifen kann, und was die Zuverlässigkeit betrifft, so müsste diese praktisch bei 100 % liegen, wie erwähnt.

[0027] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Position, in der ein ISO-Container mittels eines Krans auf ein Trägerfahrzeug aufzusetzen ist, mit möglichst geringem Hard- und Softwareaufwand mit einer Genauigkeit sowie einer Zuverlässigkeit ermitteln zu können, die ein vollautomatisches Laden von ISO-Containern auf Trägerfahrzeuge mit Twistlocks ermöglichen, und zwar unabhängig von der speziellen Form des Trägerfahrzeugs.

[0028] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine 3D-Laserscan-Messanlage mit den in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0029] Gemäß der Erfindung wird die durch vollständiges Abtasten des Trägerfahrzeugs von oben mit einem 3D-Laserscanner gewonnene Messpunkt Wolke, welche die Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentiert, mit ei-

nem virtuellen Prüfkörper abgetastet, der zumindest teilweise, insbesondere auf seiner Oberseite, eine Form hat, die an die Form des über die Oberseite des Trägerfahrzeugs vorstehenden Teils von Twistlocks am Trägerfahrzeug angenähert ist.

[0030] Es werden alle Orte ermittelt, an denen die an einen Twistlock angenäherte Form des virtuellen Prüfkörpers mindestens in einem vorbestimmten Grad mit der örtlichen Form der Messpunkt Wolke übereinstimmt, und als Kandidaten-Orte für Twistlocks festgelegt. Dies kann dadurch geschehen, dass die Messpunkt Wolke oder ein daraus ausgewählter Bereich rein rechnerisch mit dem virtuellen Prüfkörper "abgetastet wird". Dabei wird der Prüfkörper quasi über die Oberfläche hinweg bewegt, welche die Messpunkt Wolke repräsentiert, und wenn der Prüfkörper an einem Ort gewissermaßen "einrastet", weil seine Form gut mit der örtlichen Form der Messpunkt Wolke übereinstimmt, befindet sich an diesem Ort möglicherweise ein Twistlock.

[0031] Dieses Abtasten der Messpunkt Wolke mit einem Prüfkörper kann wesentlich schneller und mit wesentlich weniger Hard- und Softwareaufwand als eine normale 3D-Objekterkennung durchgeführt werden, bei der man alle drei Raumrichtungen in allen rotatorischen Freiheitsgraden durchsuchen muss. Irgendwelche Objektdrehungen brauchen bei der Erfindung nicht berücksichtigt werden, weil die Orientierung der Twistlocks durch die Konstruktion der Verladeanlage vorgegeben ist, z. B. durch die Fahrspur, die ein Trägerfahrzeug einhalten muss, und das Abtasten einer Messpunkt Wolke, welche die Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentiert, erfordert viel weniger Aufwand als allgemeine Objekterkennung in drei Dimensionen.

[0032] Bei einem realen Trägerfahrzeug und bei einer mit angemessenem Hard- und Softwareaufwand realisierbaren Scanauflösung, die nur wenig kleiner ist als die Abmessungen von Twistlocks, erhält man auf diese Weise sehr viele Kandidaten-Orte, an denen sich tatsächlich keine Twistlocks befinden. Dies liegt an der zerklüfteten Konstruktion von Trägerfahrzeugen sowie den zahlreichen Anbauteilen und Hydraulik- und Elektrikleitungen und -bauteilen, die zudem in der Regel von Trägerfahrzeug zu Trägerfahrzeug verschieden sind.

[0033] Gemäß der Erfindung werden aus den Kandidaten-Orte tatsächliche Twistlock-Orte anhand ihrer Distanzen selektiert. Aufgrund der normierten Abmessungen von ISO-Containern können Twistlocks nur bestimmte vorgegebene Distanzen voneinander haben. Es hat sich gezeigt, dass die anhand des Kriteriums Distanzen ausgewählten Kandidaten-Orte mit äußerst hoher Zuverlässigkeit tatsächlich Orte von Twistlocks sind.

[0034] Anhand dieser Orte sowie der bekannten Normen für ISO-Container können daher Container-Zielpositionsdaten berechnet werden, die genau genug sind, um einen Container zielgenau auf das Trägerfahrzeug aufsetzen zu können, wobei je ein Twistlock verriegelbar in einen Eckbeschlag des Containers hineinragt. Erst wenn die Twistlocks korrekt in den Eckbeschlägen sit-

zen, kann der Container durch Drehen der Twistlocks am Trägerfahrzeug verriegelt werden.

[0035] Die Erfindung ermöglicht es, Container-Zielpositionsdaten völlig unabhängig von der speziellen Form des Trägerfahrzeugs wie z. B. eines Containerchassis zu ermitteln, und zwar mit einer überraschend hohen Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Selbst wenn eine sehr große Zahl von Kandidaten-Orten für Twistlocks erkannt werden, an denen sich tatsächlich meist kein Twistlock befindet, führt die weitere Selektion anhand der für ISO-Container zulässigen Distanzen dazu, dass sich an den selektierten Orten tatsächlich Twistlocks befinden.

[0036] Darüber hinaus hat es sich gezeigt, dass ein Container sogar dann korrekt auf seine vier Twistlocks an einem Trägerfahrzeug aufgesetzt werden kann, wenn nur drei oder sogar nur zwei der Twistlocks richtig erkannt werden. Allerdings gibt es Fälle, in denen bei einer Nichterkennung von an sich zu erwartenden Twistlocks eine Warnung an einen Kranführer ausgegeben und/oder eine Mitteilung an einen LKW-Fahrer gesendet werden sollte, die Oberseite des Trägerfahrzeugs noch einmal in Augenschein zu nehmen. Ein derartiger Fall ist z. B., wenn das Trägerfahrzeug ein Gooseneck-Containerchassis ist. Gooseneck-Containerchassis dienen dem Transport von High-Cube-Containern, die höher als Containerchassis mit planer Bodenplatte sind und im vorderen Bereich ihrer Bodenplatte einen Ausschnitt haben, welcher sich über das Chassis stülpt, so dass sich die Ladehöhe verringert. Gooseneck-Containerchassis oder Multi-Gooseneck-Containerchassis können durch Wechseln oder Verstellen von einzelnen Twistlocks an die jeweils zu transportierenden Containertypen angepasst werden, und es kann sein, dass der LKW-Fahrer dabei einen Fehler gemacht hat. Es könnte auch sein, dass versehentlich ein hinderlicher Gegenstand auf einem Trägerfahrzeug bzw. auf einem Twistlock liegen geblieben ist. Derartige Fehler können durch die Erfindung zuverlässig erkannt werden, und das Verladepersonal kann ggf. gewarnt werden, so dass es von routinemäßigen und daher fehleranfälligen Überwachungsaufgaben entlastet wird.

[0037] In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden die erfindungsgemäß berechneten Container-Zielpositionsdaten an eine Kransteuereinrichtung gesendet, die den Container unter Verwendung der Container-Zielpositionsdaten derart auf das Trägerfahrzeug aufsetzt, dass je ein Twistlock korrekt in einem Eckbeschlag des Containers sitzt. Damit der Kran den Container vollautomatisch korrekt auf das Trägerfahrzeug aufsetzen kann, ist es aber erforderlich, die genaue Position des Containers zu kennen. Manche Stapelbrücken sind imstande, die Position des Containers präzise zu steuern. In anderen Fällen, z. B. wenn ein Spreader mittels langer Stahlseile am Kran hängt, ist es jedoch erforderlich, die aktuelle Position des Containers zu messen. Dies kann entweder mittels separater Messeinrichtungen durchgeführt werden, oder es kann auch der Container mit dem 3D-Laserscanner abgetastet werden,

während er verladen wird. Aber selbst in Fällen, in denen nur der Kranfahrer Kontrolle über die aktuelle Containerposition hat, kann die Erfindung nützlich sein. Zum Beispiel kann dem Kranfahrer die Position, wo der Container abzusetzen ist und die er nicht direkt sehen kann, auf eine geeignete Weise visualisiert werden.

[0038] In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist der Kran eine Containerbrücke, insbesondere ein STS-Kran, oder ein Stapelkran, insbesondere ein ASC-Kran, oder ein RTG-Kran (Rubber Tyred Gantry; gummibereifter Portalkran). Der Kran kann aber auch irgendein anderer Kran für Containerverladung auf Trägerfahrzeuge sein.

[0039] In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist das Trägerfahrzeug ein Landtransportfahrzeug, insbesondere ein LKW mit oder ohne Anhänger oder ein Containerchassis oder ein Terminalchassis oder ein Eisenbahnwaggon für Twistlock-gesicherten Containertransport oder ein AGV. Terminalchassis sind terminal-eigene Chassis, die nicht per LKW, sondern mit speziellen Zugmaschinen auf einem Terminal bewegt werden. Containerchassis und Terminalchassis sind beim Beladen normalerweise an eine Zugmaschine angehängt, können aber auch ohne Zugmaschine beladen werden, wenn sie z. B. auf dem Boden oder auf einem Eisenbahnwaggon stehen.

[0040] In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist der 3D-Laserscanner, der vorzugsweise aus einem 2D-Laserscanner gebildet ist, der mittels eines Servomotors schwenkbar an einer Basis angebracht ist, ein Laufzeit-Infrarot-Laserscanner mit einem Leuchtfleckdurchmesser zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 50 mm in 10 Meter Entfernung, einer Winkelauflösung zwischen ungefähr 0,01° und ungefähr 0,05° sowie einer Abstandsauflösung von ungefähr ± 10 mm.

[0041] In einer speziellen Ausführungsform ist der 3D-Laserscanner in einer Höhe von mindestens ungefähr 5 Meter, vorzugsweise ca. 6,5 Meter, entweder ortsfest über einer LKW-Ladespur oder zwischen zwei LKW-Ladespuren oder an dem Kran montiert. Es genügt ein einziger 3D-Laserscanner, doch kann man z. B. auch zwei Laserscanner vorsehen, die in einem gewissen Abstand voneinander befestigt sind, etwa für Doppel-Hubbetrieb oder um die vermessbare Ladespurlänge zu vergrößern oder um die Laser auf irgendeine andere Weise zusammenarbeiten zu lassen.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird nicht die ganze durch Laserscan erhaltene Messpunkt Wolke mit dem mindestens einen Prüfkörper abgetastet, sondern nur zwei je maximal 1/2 Meter breite Randstreifen entlang der beiden Längsseiten des Trägerfahrzeugs, innerhalb derer erwartungsgemäß Twistlocks am Trägerfahrzeug montiert sind. Dies senkt den Rechenaufwand erheblich. Sofern die äußeren Abmessungen und die Position des Trägerfahrzeugs nicht schon vorgegeben sind, wie es bei Schienenfahrzeugen möglicherweise realisiert werden kann, können diese auf einfache und schnelle Weise ermittelt werden, beispiels-

weise durch einen schnellen groben Vor-Scan oder durch Einschränkung der Messpunktvolke auf Punkte, die sich in einer entsprechenden Höhe über dem Boden befinden.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Messpunktvolke bzw. werden deren Randstreifen nicht nur mit einem virtuellen Prüfkörper, sondern mit mehreren identischen virtuellen Prüfkörpern gleichzeitig abgetastet, indem die Messpunktvolke in mehrere Zellen unterteilt wird, in denen die entsprechende Datenverarbeitung mit je einem virtuellen Prüfkörper parallel durchgeführt wird. Dadurch kann die Verarbeitungsgeschwindigkeit wesentlich erhöht werden.

[0044] Aus den festgestellten Twistlock-Orten können unter Umständen direkt Container-Zielpositionsdaten für den auf das Trägerfahrzeug aufzusetzenden Container berechnet werden. Zum Beispiel im Falle von Twistlock-Erkennung von einem Kran aus, welcher in der Lage ist, Container zentimetergenau zu handhaben, würde es prinzipiell genügen, die genaue Relativposition von Kran und Trägerfahrzeug Twistlocks und Kran zu kennen.

[0045] Doch wird meist bevorzugt, Container-Zielpositionsdaten als absolute Geopositionen zu erhalten, um diese mit Kransteuerdaten bzw. Daten anderer Systeme verknüpfen zu können, die sich ebenfalls auf Geopositionen beziehen. In diesem Fall werden mit dem 3D-Laserscanner mehrere ortsfest montierte Referenzkörper mit bekannten Geopositionen abgetastet, die alle dieselbe dreidimensionale geometrische Grundform haben, wobei die Referenzkörper als solche erkannt und lokalisiert werden, indem f) eine oder mehrere Referenz-Messpunktvolken, in denen die Referenzkörper enthalten sind, mit einem virtuellen Referenz-Prüfkörper abgetastet werden, der zumindest auf seiner Oberseite die geometrische Grundform der Referenzkörper hat; g) alle Orte in der oder den Referenz-Messpunktvolke(n) ermittelt werden, an denen die Form des virtuellen Referenz-Prüfkörpers mindestens in einem vorbestimmten Grad, vorzugsweise in einem maximalen Grad, mit der örtlichen Form der Referenz-Messpunktvolke(n) übereinstimmt; h) die so ermittelten Orte als gemessene Referenzkörper-Orte festgelegt werden; i) aus den so festgelegten Referenzkörper-Orten Referenzpositionsdaten berechnet werden, indem die gemessene Referenzkörper-Szenerie in Übereinstimmung mit der bekannten realen Referenzkörper-Szenerie gebracht wird, und j) die so berechneten Referenzpositionsdaten, nämlich ein genaues Geokoordinatensystem und die genaue Position des 3D-Laserscanners darin, für die Berechnung der Container-Zielpositionsdaten verwendet werden.

[0046] Ein derartiger Kalibrierungs-Scan kann vor einem Scan für Twistlock-Erkennung erfolgen. Alternativ können Kalibrierung und Twistlock-Erkennung auch auf Basis eines einzigen, gemeinsamen Scans durchgeführt werden.

[0047] Die Referenzkörper sind vorzugsweise Halbkugeln, die in Reihen oben auf Begrenzungszäunen von LKW-Ladespuren montiert sind und einen Durchmesser

haben, der ein Mehrfaches der Länge eines Twistlocks beträgt und insbesondere ungefähr 300 mm beträgt.

[0048] Gegenstand der Erfindung ist außerdem eine 3D-Laserscan-Messanlage zur Verwendung beim Laden von ISO-Containern auf Trägerfahrzeuge, welche Anlage zur Durchführung der Verfahrensschritte gemäß der Erfindung bzw. deren vorteilhafte Weiterbildungen eingerichtet ist und die insbesondere auch die erfindungsgemäßen Vorrichtungsmerkmale bzw. deren vorteilhafte Weiterbildungen aufweist.

[0049] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Versuchsanordnung einer 3D-Laserscan-Messanlage zum Laden von ISO-Containern auf LKW mit oder ohne Anhänger oder auf ein Containerchassis;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf ein Beispiel-Containerchassis;

Fig. 3 eine Skizze zur Veranschaulichung des Abtastens eines Abschnitts einer die Oberseite des Containerchassis repräsentierenden Messpunktvolke mit einem virtuellen Prüfkörper; und

Fig. 4 eine Skizze zur Veranschaulichung der Berechnung von Container-Zielpositionsdaten anhand der durch die Abmessungen von ISO-Containern vorgegebenen Distanzen von Twistlocks.

[0050] Fig. 1 zeigt zwei LKW-Ladespuren 2 und 4, die jeweils von einem langgestreckten, Rechteck begrenzt sind, das von einem LKW derart anzufahren ist, dass sich der LKW einschließlich Anhänger bzw. das Containerchassis vollständig innerhalb des ca. 3 Meter breiten und entsprechend langen Rechtecks befindet. Zwischen den Ladespuren 2 und 4, und zwar in deren Längsrichtung gesehen ungefähr in der Mitte des Bereichs, in dem sich die Ladefläche des Trägerfahrzeugs befinden soll, ist ein stabiler Mast 6 senkrecht am Boden verankert. Auf nicht gezeigten Begrenzungszäunen der Ladespuren 2 und 4 sind jeweils eine Reihe von identischen mattweißen Referenzkörpern 8 in gleichen Abständen voneinander montiert, wobei ein in Fahrtrichtung vorderer Referenzkörper 8 zwischen den beiden Ladespuren 2 und 4 den Ursprung eines x-y-Koordinatensystems bildet, dessen x-Achse sich in entgegen der Fahrtrichtung der Ladespuren 2 und 4 erstreckt. Die Referenzkörper 8 haben jeweils die Form einer Halbkugel mit einem Durchmesser von 300 mm, deren Scheitelpunkt senkrecht nach oben weist.

[0051] Ein 3D-Laserscanner 10 ist einer Höhe von ca. 6 Meter über dem Boden am Mast 8 befestigt. Der 3D-

Laserscanner 10 besteht aus einem 2D-Laserscanner, der mittels eines Servomotors schwenkbar an einer Basis befestigt ist, und ist dafür eingerichtet, rechnergesteuert die gesamte Fläche der beiden Ladespuren 4 und 6 einschließlich der Referenzkörper 8 abzutasten und durch Laufzeitmessung eine Messpunkt看ke zu gewinnen, die Bereiche enthält, welche jeweils die Oberseite eines auf der Ladespur 2 bzw. 4 befindlichen Trägerfahrzeugs darstellen. Der in diesem Beispiel verwendete Laserscanner 10 enthält einen Infrarot-Laser mit 905 nm Wellenlänge und hat eine ausreichende Winkelauflösung, d. h. einen Winkelabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Laserstrahlen, von ungefähr 0,02°, eine Abstandsauflösung von ca. ± 12 mm und eine Reichweite von ca. 26 Meter, was ausreicht, um jede Art von Trägerfahrzeug vollständig abtasten zu können.

[0052] Bei Stillstand des oder der in die Ladespuren 2, 4 eingefahrenen Trägerfahrzeuge wird durch rechnergesteuertes Abtasten des oder der Trägerfahrzeuge mit dem Laserscanner 10 eine Messpunkt看ke gewonnen, in der zunächst Anfang, Ende, die beiden Seiten und das Führerhaus des jeweiligen Trägerfahrzeugs erkannt werden, was z. B. anhand der Höhen vom Messpunkten über dem Boden leicht möglich ist, und für jede der beiden Ladespuren 2 und 4 wird die Messpunkt看ke auf den Bereich reduziert, der die Ladefläche des dort befindlichen Trägerfahrzeugs darstellt.

[0053] Wie in Fig. 2 für ein Containerchassis als Trägerfahrzeug gezeigt, enthält dessen Ladefläche unter anderem vier Querträger 12, 14, 16 und 18, an deren beiden seitlichen Enden sich jeweils ein Twistlock 20 befindet. Ein derartiges Containerchassis enthält oft noch zwei zusätzliche, in Fig. 2 nicht gezeigte Querträger mit Twistlocks, die es ermöglichen, einen 20-Fuß-ISO-Container mittig zu laden. Die Querträger 12 bis 18 und deren Twistlocks 20 sind so angeordnet, dass entweder je ein 20-Fuß-ISO-Container auf den beiden vorderen Querträgern 12 und 14 bzw. den beiden hinteren Querträgern 16 und 18 abgesetzt werden kann oder ein 40-Fuß-ISO-Container auf dem vordersten Querträger 12 und dem hintersten Querträger 18 abgesetzt werden kann, wobei die entsprechenden Twistlocks 20 in die Eckbeschläge des Containers eingreifen, um den Container am Trägerfahrzeug verriegeln zu können.

[0054] Aus der auf das Containerchassis von Fig. 2 reduzierten Messpunkt看ke, welche die vom Laserscanner 10 aus sichtbaren Teile der Ladefläche des Containerchassis repräsentiert, werden zunächst zwei je ungefähr 300 oder 400 mm breite, in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnete Randstreifen 22, 24 entlang der beiden Längsseiten des Containerchassis ausgewählt, innerhalb derer erwartungsgemäß Twistlocks 20 montiert sind.

[0055] Die beiden Randstreifen 22, 24 der Messpunkt看ke werden nun simulatorisch vollständig mit einem virtuellen Prüfkörper 26 abgetastet, dessen Form an die Form des über die Oberseite des Trägerfahrzeugs vorstehenden Teils der Twistlocks 20 angenähert ist.

[0056] Ein derartiger Prüfkörper 26 in drei verschiedenen Positionen entlang eines horizontalen Schnitts durch eine Beispiel-Messpunkt看ke 28 ist in Fig. 3 veranschaulicht. Das Abtasten kann z. B. derart geschehen, dass der Prüfkörper 26 von unten zeilenweise horizontal entlang der Messpunkt看ke 28 verschoben wird, z. B. entlang des doppelendigen Pfeils in Fig. 3, wobei der Prüfkörper 26 möglichst nahe an der Messpunkt看ke 28 gehalten wird, ohne diese zu durchdringen. Der Prüfkörper 26 könnte während der horizontalen Verschiebung aber auch etwas in die Messpunkt看ke 28 eindringen gelassen werden.

[0057] An einer Stelle 30 der Messpunkt看ke 28, welche annähernd die Querschnittsform eines Twistlock 20 hat, rastet der Prüfkörper 26 gewissermaßen ein, wie es in Fig. 3 für den Prüfkörper 26 ganz rechts der Fall ist, weil seine Form gut mit der örtlichen Form der Messpunkt看ke 28 übereinstimmt. Wenn die Übereinstimmung einen vorbestimmten Grad übersteigt, befindet sich im Bereich der Stelle 30 ein Kandidat für einen Twistlock. Bei zeilenweisem Abtasten der Messpunkt看ke wird man in der Regel nicht die exakte Position des Twistlock-Kandidaten treffen. Man kann aber den Prüfkörper 26 in der Ebene der Messpunkt看ke 28 etwas hin und her bewegen, bis man die am besten passende Stelle 30 gefunden hat. Diese ist ein Kandidaten-Ort für einen Twistlock.

[0058] Die in Fig. 3 veranschaulichte Methode zum Auffinden von Kandidaten-Orten durch Abtasten der Messpunkt看ke von unten, bis der Prüfkörper 26 "einrastet", ist nur beispielhaft und kann durch andere Methoden ersetzt werden, die sich der Fachmann leicht vorstellen kann.

[0059] In jedem Fall wird die Messpunkt看ke bzw. werden deren Randstreifen 22, 24 durch parallele Datenverarbeitung mit mehreren identischen virtuellen Prüfkörpern 26 gleichzeitig abgetastet, beispielsweise indem die Messpunkt看ke in mehrere Zellen unterteilt wird, die mit je einem virtuellen Prüfkörper 26 abgetastet werden.

[0060] Mit der oben beschriebenen Methode findet man bei einem realen Containerchassis wie in Fig. 2 wegen der verhältnismäßig geringen Scanauflösung normalerweise sehr viele Kandidaten-Orte, viel mehr als das Containerchassis Twistlocks 20 besitzt, wegen zahlreicher Anbauteile und Hydraulik- und Elektrikleitungen und -bauteile, von denen in Fig. 2 gar nicht alle eingezeichnet sind. Einige der vielen an einem realen Containerchassis gefundenen Kandidaten-Orte sind in Fig. 2 mit kleinen Kreuzen markiert. Man erkennt, dass in diesem Beispiel nur die Kandidaten-Orte an den beiden Enden der Querträger 14 und 18 sowie die Kandidaten-Orte an den in der Figur oberen Enden der Querträger 12 und 16 tatsächlich Twistlock-Orte sind.

[0061] Um die tatsächlichen Twistlock-Orte zu finden, werden die Kandidaten-Orte anhand ihrer Distanzen selektiert. Aufgrund der normierten Abmessungen von ISO-Containern können Twistlocks nur bestimmte vorgege-

bene Distanzen voneinander haben. Dies ist in Fig. 4 für ein Containerchassis hinter einem LKW-Führerhaus 34 veranschaulicht, in der die Twistlocks an den Ecken der beiden von Diagonalen durchzogenen Rechtecke 36 und 38 sitzen, auf denen zwei 20-Fuß-ISO-Container oder ein 40-Fuß-ISO-Container untergebracht werden können.

[0062] Um die tatsächlichen Twistlock-Orte zu finden, könnte man einfach jeden Kandidaten-Ort mit jedem anderen Kandidaten-Ort vergleichen, und wenn zwei Kandidaten-Orte eine horizontale Distanz voneinander haben, die einer der Kanten der Rechtecke 36 oder 38 oder des beide Rechtecke 36 und 38 einschließenden Rechtecks oder einer der in Fig. 4 eingezeichneten Diagonalen entspricht, werden diese Kandidaten-Orte als tatsächliche Twistlock-Orte festgelegt. Alternativ kann man zu jedem Kandidaten-Ort prüfen, ob distanzmäßig dazu passende Kandidaten-Orte existieren.

[0063] Ggf. kann man für die Prüfung, ob Kandidaten-Orte tatsächlich Twistlock-Orte sind, weitere Kriterien vorgeben, beispielsweise ob sich die erkannten Twistlocks für einen Container alle in der richtigen Höhe befinden. Dies ist beispielweise wesentlich, wenn das Containerchassis 20 ein Gooseneck-Chassis ist, bei dem am vordersten Querträger 12 montierte Twistlocks 20 höher liegen und die Twistlocks 20 am zweiten Querträger 14 höhenverstellbar oder wechselbar sind. Ist ein 20-Fuß-ISO-Container auf die beiden vorderen Querträger 12 und 14 eines Gooseneck-Chassis aufzusetzen, so müssen die Twistlocks 20 am zweiten Querträger 14 auf gleiche Höhe mit den Twistlocks 20 am vordersten Querträger 12 gestellt sein. Eine Berücksichtigung der Höhe der Twistlocks 20 ermöglicht es, automatisch zu erkennen, ob die Twistlocks 20 am zweiten Querträger 14 richtig eingestellt sind, und ggf. eine Warnung auszugeben.

[0064] In vielen anderen Fällen ist unschädlich, wenn nicht alle Twistlock-Orte erkannt worden sind. Dies gilt möglicherweise auch für ein Gooseneck-Chassis in der Konfiguration für 40-Fuß-ISO-Container, in der die Twistlocks 20 am vordersten Querträger 12 fehlen. Nötigenfalls kann aber in der Messpunkt wolke statt nach den Twistlocks 20 am vordersten Querträger 12 nach dem standardisierten Gooseneck selbst gesucht und dessen Position bestimmt werden.

[0065] Außerdem ist es unschädlich, wenn viel mehr Kandidaten-Orte als Twistlock-Orte erkannt worden sind. Daher ist die beschriebene Erkennungsmethode äußerst robust und zuverlässig und unabhängig von der speziellen Form und Ausrüstung des gerade vermessenen Trägerfahrzeugs.

[0066] Aus den 3D-Koordinaten der so gefundenen tatsächlichen Twistlock-Orte wird nun der Mittelpunkt der Fläche berechnet, auf der ein Container aufzusetzen ist, dessen Typ z. B. von einer Kransteuereinrichtung für den Kran, der den Container handhabt, vorgegeben wird. Diese Mittelpunkte sind in Fig. 4 als zwei kleine Kreise 40 für je einen 20-Fuß-ISO-Container und als ein größerer Kreis 42 für einen 40-Fuß-ISO-Container eingezeichnet.

net. Außerdem werden die seitliche Schiefe der Containeraufsetzfläche und die Höhen von deren Vorderkante und Hinterkante berechnet.

[0067] Diese Daten sind Container-Zielpositionsdaten, die an die Kransteuereinrichtung gesendet werden, die damit den Container korrekt auf die Twistlocks am Containerchassis aufsetzen kann.

[0068] Falls sich auf beiden LKW-Ladespuren 2 und 4 je ein Trägerfahrzeug befindet, kann das oben beschriebene Verfahren für beide Trägerfahrzeuge durchgeführt werden, die beide mit einem einzigen Scan erfasst wurden.

[0069] Um die Container-Zielpositionsdaten als absolute Geopositionen zu erhalten, wird ein Kalibrierungs-Scan durchgeführt, bevor Twistlock-Erkennungs-Scans durchgeführt werden. Dazu werden mit dem 3D-Laserscanner 10 die zwölf Referenzkörper 8 abgetastet, deren absolute Geopositionen vermessungstechnisch auf ungefähr 1 mm genau bestimmt worden sind.

[0070] Die Erkennung und Lokalisierung der Referenzkörper 8 erfolgt nach einer ähnlichen Methode wie oben für die Twistlocks 20 beschrieben. Das heißt, eine oder mehrere Referenz-Messpunkt wolke(n), in denen die Referenzkörper 8 enthalten sind, werden mit einem kugelförmigen virtuellen Referenz-Prüfkörper abgetastet. Es werden alle Orte in der oder den Referenz-Messpunkt wolke(n) ermittelt, an denen die Form des virtuellen Referenz-Prüfkörpers mindestens in einem vorbestimmten Grad mit der örtlichen Form der Referenz-Messpunkt wolke(n) übereinstimmt. Diese Orte sind die gemessenen Referenzkörper-Orte. Aus den Koordinaten der gemessenen Referenzkörper-Orte werden mittels Anpassung der gemessenen Referenzkörper-Szenerie an die reale Referenzkörper-Szenerie Referenzpositionsdaten berechnet, nämlich die absolute Position des 3D-Laserscanners 10 und das x-y-Geokoordinatensystem, in dem dann die Twistlock-Erkennungs-Scans durchgeführt werden.

[0071] Wegen der Größe, der Form und des guten Reflexionsvermögens der Referenzkörper 8 ist deren Erkennung und Lokalisierung sowohl einfach als auch sehr präzise durchführbar. Durch Mittelwertbildung über alle Referenzkörper 8 ergibt sich die absolute Geoposition des darauf basierenden x-y-Koordinatensystems mit größerer Genauigkeit als die vermessungstechnische Genauigkeit der Geopositionen der einzelnen Referenzkörper 8.

[0072] Die in Fig. 1 gezeigte Messanordnung wurde als eine Versuchsanordnung realisiert, mit der die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des beschriebenen Verfahrens bewiesen wurde, indem die dadurch ermittelten Twistlock-Positionen mit den mittels Theodolit auf ungefähr 1 mm genau bestimmten tatsächlichen Positionen der Twistlocks an mehreren verschiedenen untersuchten Containerchassis verglichen wurden. Es hat sich gezeigt, dass das beschriebene Verfahren auch unter schlechten Witterungsbedingungen genau und zuverlässig genug ist. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der

Laserscanner 10 im Wind möglichst wenig schwingt, z. B. indem der Mast 6 entsprechend stabil ist oder geeignet stabilisiert wird.

[0073] In der Praxis kann die Messanordnung auch anders sein als in Fig. 1. Insbesondere kann der 3D-Laserscanner 10 an einem Querträger oder einer Laufkatze eines Krans statt an dem Mast 6 montiert sein. Doch könnte der 3D-Laserscanner 10 auch in praktischen Anwendungen an einem Mast oder dergleichen montiert sein, sofern dieser den Verladebetrieb nicht stört. Außerdem kann die Messanordnung mehr als zwei LKW-Ladespuren einschließen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergestützten Bestimmung der Position, in der ein ISO-Container mittels eines Krans auf ein Trägerfahrzeug aufzusetzen ist, anhand einer die Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentierenden Wolke von Messpunkten (28), die durch Abtasten des Trägerfahrzeugs von oben mit einem 3D-Laserscanner (10) gewonnen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) die Messpunkt Wolke mit mindestens einem virtuellen Prüfkörper (26) abgetastet wird, der zumindest teilweise eine Form hat, die an die Form des über die Oberseite des Trägerfahrzeugs vorstehenden Teils von Twistlocks (20) am Trägerfahrzeug angenähert ist;
- b) alle Orte ermittelt werden, an denen die an einen Twistlock angenäherte Form des virtuellen Prüfkörpers mindestens in einem vorbestimmten Grad mit der örtlichen Form der Messpunkt Wolke übereinstimmt;
- c) die so ermittelten Orte als Kandidaten-Orte (30) für Twistlocks festgelegt werden;
- d) Kandidaten-Orte, welche vorgegebene Distanzen voneinander haben, als tatsächliche Twistlock-Orte festgelegt werden; und
- e) aus den so festgelegten Twistlock-Orten Container-Zielpositionsdaten (40; 42) für den auf das Trägerfahrzeug aufzusetzenden Container berechnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die berechneten Container-Zielpositionsdaten an eine Kransteuereinrichtung gesendet werden, die den Container unter Verwendung der Container-Zielpositionsdaten (40; 42) derart auf das Trägerfahrzeug aufsetzt, dass je ein Twistlock (20) verriegelbar in einem Eckbeschlag des Containers sitzt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kran eine Containerbrücke, insbesondere ein STS-Kran, oder ein Stapel-

kran, insbesondere ein ASC-Kran, oder ein RTG-Kran ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägerfahrzeug ein Trägerfahrzeug für Landtransport ist, insbesondere ein LKW mit oder ohne Anhänger oder ein Containerchassis oder ein Terminalchassis oder ein Eisenbahnwaggon oder ein AGV.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der 3D-Laserscanner ein Laufzeit-Infrarot-Laserscanner mit einem Leuchtfleckdurchmesser zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 50 mm in 10 Meter Entfernung, einer Winkelauflösung zwischen ungefähr 0,01° und ungefähr 0,05° sowie einer Abstandsauflösung von ungefähr ± 10 mm ist, der entweder ortsfest über einer LKW-Ladespur oder zwischen zwei LKW-Ladespuren (2, 4) oder an dem Kran montiert ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Verfahrensschritt a) aus der Messpunkt Wolke (28) zwei Randstreifen (22, 24) entlang der beiden Längsseiten des Trägerfahrzeugs ausgewählt werden, innerhalb derer erwartungsgemäß Twistlocks (20) am Trägerfahrzeug montiert sind, und dass das weitere Verfahren nur innerhalb der beiden Randstreifen der Messpunkt Wolke durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt a) gleichzeitig mit mehreren identischen virtuellen Prüfkörpern (26) durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle, dass weniger als entweder vier, drei oder zwei Twistlock-Orte zu dem auf das Trägerfahrzeug aufzusetzenden Container erkannt werden, eine Warnung oder Mitteilung an einen Kranfahrer oder einen Trägerfahrzeug-Fahrer erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem 3D-Laserscanner (10) außerdem mehrere ortsfest montierte Referenzkörper (8) mit bekannten Geopositionen abgetastet werden, die alle dieselbe dreidimensionale geometrische Grundform haben, wobei die Referenzkörper als solche erkannt und lokalisiert werden, indem

- f) eine oder mehrere Referenz-Messpunkt Wolke(n), in denen die Referenzkörper enthalten sind, mit einem virtuellen Referenz-Prüfkörper abgetastet werden, der die geometrische Grundform der Referenzkörper hat;

- g) alle Orte in der oder den Referenz-Messpunkt-
wolke(n) ermittelt werden, an denen die
Form des virtuellen Referenz-Prüfkörpers min-
destens in einem vorbestimmten Grad mit der
örtlichen Form der Referenz-Messpunkt-
wolke(n) übereinstimmt;
h) die so ermittelten Orte als gemessene Referenz-
körper-Orte festgelegt werden;
i) aus den so festgelegten Referenzkörper-Orten
Referenzpositionsdaten berechnet werden;
und
j) die so berechneten Referenzpositionsdaten
für die Berechnung der Container-Zielpositions-
daten (40, 42) verwendet werden.
10. 3D-Laserscan-Messanlage zur Verwendung beim
Laden von ISO-Containern auf Trägerfahrzeuge
durch rechnergestützte Bestimmung der Position, in
der ein ISO-Container mittels eines Krans auf ein
Trägerfahrzeug aufzusetzen ist, anhand einer die
Oberseite des Trägerfahrzeugs repräsentierenden
Wolke von Messpunkten (28), die durch Abtasten
des Trägerfahrzeugs von oben mit einem 3D-Laser-
scanner (10) gewonnen werden, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Messanlage dafür eingerichtet
ist,
- a) die Messpunkt-
wolke mit mindestens einem
virtuellen Prüfkörper (26) abzutasten, der zu-
mindest teilweise eine Form hat, die an die Form
des über die Oberseite des Trägerfahrzeugs
vorstehenden Teils von Twistlocks (20) am Trä-
gerfahrzeug angenähert ist,
b) alle Orte zu ermitteln, an denen die an einen
Twistlock angenäherte Form des virtuellen Prüfkörpers
mindestens in einem vorbestimmten Grad mit der
örtlichen Form der Messpunkt-
wolke übereinstimmt,
c) die so ermittelten Orte als Kandidaten-Orte
(30) für Twistlocks festzulegen;
d) Kandidaten-Orte, welche vorgegebene Dis-
tanzen voneinander haben, als tatsächliche
Twistlock-Orte festzulegen, und
e) aus den so festgelegten Twistlock-Orten Con-
tainer-Zielpositionsdaten (40; 42) für den auf
das Trägerfahrzeug aufzusetzenden Container
zu berechnen.
11. 3D-Laserscan-Messanlage nach Anspruch 10, **da-
durch gekennzeichnet, dass** die Anlage zur Durch-
führung der in einem der Ansprüche 1 bis 9 ange-
gebenen Verfahrensschritte eingerichtet ist
und/oder die in einem der Ansprüche 1 bis 9 ange-
gebenen Vorrichtungsmerkmale aufweist.

Claims

- Method for computerized determination of the position in which an ISO container is to be placed on a carrier vehicle by means of a crane, using a cloud of measurement points (28) representing the upper side of the carrier vehicle, which measurement points are obtained by sweeping the carrier vehicle from above with a 3D laser scanner (10), **characterized in that**
 - a) the cloud of measurement points is swept with at least one virtual test piece (26) which at least partially has a shape approximating the shape of the part of twistlocks (20) on the carrier vehicle which protrudes above the upper side of the carrier vehicle;
 - b) all locations are determined where the shape of the virtual test piece, approximating a twistlock, corresponds to the local shape of the cloud of measurement points at least to a predefined degree;
 - c) the locations determined in this manner are defined to be eligible locations (30) for twistlocks;
 - d) eligible locations having predefined distances from one another are defined to be actual twistlock locations; and
 - e) from the twistlock locations defined in this manner, container target position data (40; 42) for the container to be placed on the carrier vehicle are calculated.
- Method according to claim 1, **characterized in that** the calculated container target position data are transferred to a crane control device which places the container on the carrier vehicle by using the container target position data (40; 42), such that one twistlock (20) each is located in a corner casting of the container in a lockable manner.
- Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the crane is a container crane, in particular an STS crane, or a stacker crane, in particular an ASC crane, or an RTG crane.
- Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the carrier vehicle is a carrier vehicle for land transport, in particular a truck with or without a trailer or a container chassis or a terminal chassis or a railroad waggon or an AGV.
- Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the 3D laser scanner is a runtime infrared laser scanner having an spot diameter between approximately 10 mm and approximately 50 mm at a distance of 10 meters, an angular resolution between approximately 0.01° and approxi-

mately 0.05° and a spatial resolution of approximately ± 10 mm, which is mounted either stationary over a truck loading lane or between two truck loading lanes (2, 4) or on the crane.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** before step a), two rims (22, 24) along both longitudinal sides of the carrier vehicle are selected from the cloud of measurement points (28), within which rims twistlocks (20) are expected to be mounted on the carrier vehicle, and **in that** the further method is only performed within the two rims of the cloud of measurement points.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** step a) is performed simultaneously with several identical virtual test pieces (26).
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** if less than either four, three or two twistlock locations for the container to be placed on the carrier vehicle are recognized, a warning or message is given to a crane driver or a carrier vehicle driver.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** with the 3D laser scanner (10), additionally several stationary mounted reference bodies (8) with well-known geolocations are swept, all of which have the same three-dimensional basic geometrical shape, the reference bodies being recognized and localized as such by
 - f) sweeping one or more reference measurement point cloud(s) containing the reference bodies with a virtual reference test piece which has the basic geometrical shape of the reference bodies;
 - g) determining all locations in the reference measurement point cloud(s) where the shape of the virtual reference test piece corresponds to the local shape of the reference measurement point cloud(s) at least to a predetermined degree;
 - h) defining the locations determined in this manner to be measured reference body locations;
 - i) calculating reference position data from the reference body locations determined in this manner; and
 - j) using the reference position data calculated in this manner for calculating the container target position data (40, 42).
10. 3D laser scan measurement system to be used for loading ISO containers on carrier vehicles through computerized determination of the position in which an ISO container is to be placed on a carrier vehicle by means of a crane, using a cloud of measurement

points (28) representing the upper side of the carrier vehicle, which measurement points are obtained by sweeping the carrier vehicle from above with a 3D laser scanner (10), **characterized in that** the measurement system is adapted to

- a) sweep the cloud of measurement points with at least one virtual test piece (26) which at least partially has a shape approximating the shape of the part of twistlocks (20) on the carrier vehicle which protrudes above the upper side of the carrier vehicle,
- b) determine all locations where the shape of the virtual test piece, approximating a twistlock, corresponds to the local shape of the cloud of measurement points at least to a predefined degree,
- c) define the locations determined in this manner to be eligible locations (30) for twistlocks,
- d) define eligible locations having predefined distances from one another to be actual twistlock locations, and
- e) from the twistlock locations defined in this manner, calculate container target position data (40; 42) for the container to be placed on the carrier vehicle.

11. 3D laser scan measurement system according to claim 10, **characterized in that** the system is adapted to perform the steps indicated in one of claims 1 through 9 and/or has the apparatus features indicated in one of claims 1 through 9.

Revendications

1. Procédé de détermination assistée par ordinateur de la position dans laquelle un conteneur ISO est à déposer sur un véhicule porteur à l'aide d'une grue, sur la base d'un nuage de points de mesure (28) représentant le dessus du véhicule porteur, lesquels sont obtenus par balayage par le haut du véhicule porteur avec un scanner laser 3D (10), **caractérisé en ce que**
 - a) le nuage de points de mesure est balayé avec au moins un corps d'essai virtuel (26), lequel a au moins en partie une forme approchant de la forme de la partie de verrous tournants (20) sur le véhicule porteur qui est en saillie sur le dessus du véhicule porteur;
 - b) tous les emplacements sont déterminés, où la forme du corps d'essai virtuel approchant celle d'un verrou tournant correspond au moins dans une mesure prédéfinie à la forme locale du nuage de points de mesure;
 - c) les emplacements ainsi déterminés sont définis comme emplacements candidats (30) pour

- verrous tournants;
d) les emplacements candidats ayant des distances prescrites entre eux sont définis comme emplacements effectifs de verrou tournant; et
e) des données de position cible de conteneur (40; 42) sont calculées à partir des emplacements de verrou tournant ainsi définis pour le conteneur à déposer sur le véhicule porteur.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les données de position cible de conteneur calculées sont adressées à un dispositif de commande de grue, lequel place le conteneur sur le véhicule porteur en recourant aux données de position cible de conteneur (40; 42), de telle manière qu'un verrou tournant (20) est disposé de manière à pouvoir être verrouillé dans une pièce de coin du conteneur.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** la grue est un portique à conteneurs, en particulier une grue STS, ou un pont gerbeur, en particulier une grue ASC, ou une grue RTG.
 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le véhicule porteur est un véhicule porteur pour le transport terrestre, en particulier un véhicule poids lourd avec ou sans remorque, ou un châssis porte-conteneur, ou un châssis de terminal, ou un wagon de chemin de fer ou un véhicule AGV.
 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le scanner laser 3D est un scanner laser par temps de vol à infrarouge avec un diamètre de tache lumineuse compris entre env. 10 mm et env. 50 mm à une distance de 10 m, une résolution angulaire entre env. 0,01° et env. 0,05° ainsi qu'une résolution de distance d'env. ± 10 mm, qui est monté soit fixement au-dessus d'une voie de chargement pour poids lourd ou entre deux voies de chargement pour poids lourd (2, 4), soit sur la grue.
 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'avant l'étape a)**, deux bandes de bordure (22, 24) sont sélectionnées dans le nuage de points de mesure (28) sur les deux longueurs du véhicule porteur, à l'intérieur desquelles des verrous tournants (20) sont montés sur le véhicule porteur comme attendu, et **en ce que** le reste du procédé n'est exécuté qu'à l'intérieur des deux bandes de bordure du nuage de points de mesure.
 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape a) est exécutée simultanément avec plusieurs corps d'essai virtuels (26) identiques.
 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** alarme ou une information sont émises vers un conducteur de grue ou un chauffeur de véhicule porteur dans le cas où moins de quatre, trois ou deux emplacements de verrou tournant sont détectés pour le conteneur à placer sur le véhicule porteur.
 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs corps de référence (8) montés fixement et à positions géographiques connues qui ont tous la même forme géométrique tridimensionnelle fondamentale sont en outre balayés par le scanner laser 3D (10), lesdits corps de référence étant détectés et localisés en tant que tels, **en ce que**
 - f) un ou plusieurs nuages de points de mesure de référence où les corps de référence sont contenus, sont balayés avec un corps d'essai de référence virtuel ayant la forme géométrique fondamentale des corps de référence;
 - g) tous les emplacements sont déterminés dans le ou les nuages de points de mesure de référence, où la forme du corps d'essai de référence virtuel correspond au moins dans une mesure prédéfinie à la forme locale du nuage de points de mesure de référence;
 - h) les emplacements ainsi déterminés sont définis comme emplacements de corps de référence mesurés;
 - i) des données de position de référence sont calculées à partir des emplacements de corps de référence ainsi définis; et
 - j) les données de position de référence ainsi calculées sont exploitées pour le calcul des données de position cible de conteneur (40, 42).
 10. Installation de mesure à scanner laser 3D destinée à être utilisée pour le chargement de conteneurs ISO sur des véhicules porteurs par détermination assistée par ordinateur de la position dans laquelle un conteneur ISO est à déposer sur un véhicule porteur à l'aide d'une grue, sur la base d'un nuage de points de mesure (28) représentant le dessus du véhicule porteur, lesquels sont obtenus par balayage par le haut du véhicule porteur avec un scanner laser 3D (10), **caractérisée en ce que** ladite installation de mesure est prévue pour
 - a) balayer le nuage de points de mesure avec au moins un corps d'essai virtuel (26), lequel a au moins en partie une forme approchant de la forme de la partie de verrous tournants (20) sur le véhicule porteur qui est en saillie sur le dessus du véhicule porteur,
 - b) déterminer tous les emplacements où la forme du corps d'essai virtuel approchant celle d'un

verrou tournant correspond au moins dans une mesure prédéfinie à la forme locale du nuage de points de mesure,

c) définir les emplacements ainsi déterminés comme emplacements candidats (30) pour verrous tournants; 5

d) définir les emplacements candidats ayant des distances prescrites entre eux comme emplacements effectifs de verrou tournant, et

e) calculer des données de position cible de conteneur (40; 42) à partir des emplacements de verrou tournant ainsi définis pour le conteneur à déposer sur le véhicule porteur. 10

11. Installation de mesure à scanner laser 3D selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** ladite installation est prévue pour l'exécution des étapes de procédé selon l'une des revendications 1 à 9 et/ou présentant les caractéristiques de dispositif selon l'une des revendications 1 à 9. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

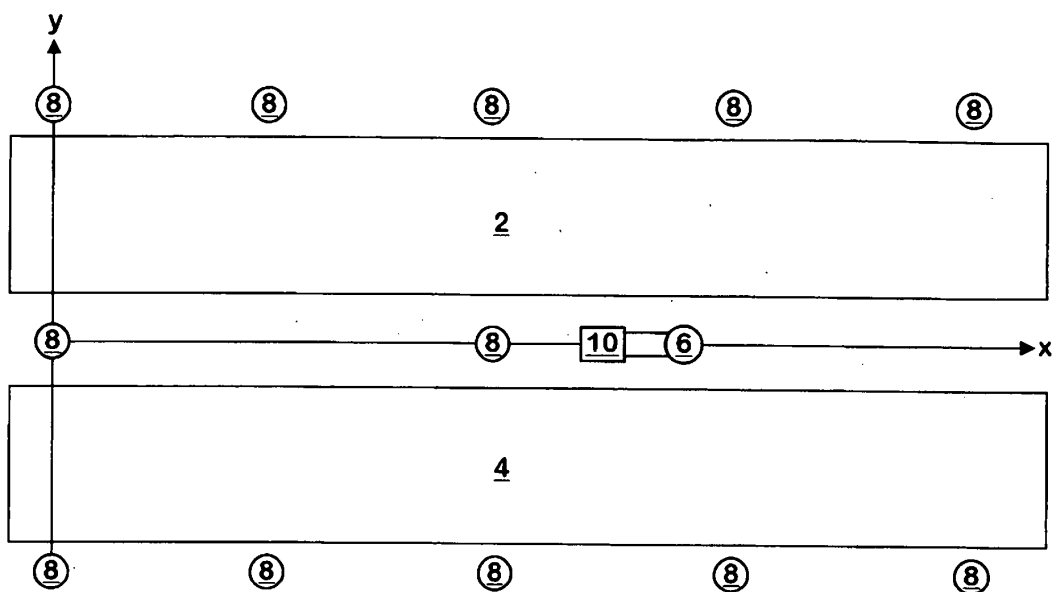


Fig. 1

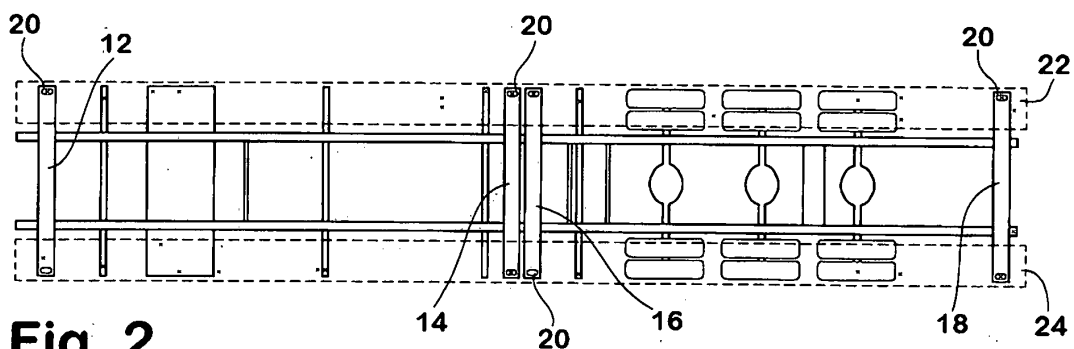


Fig. 2

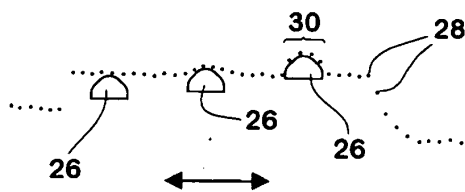


Fig. 3

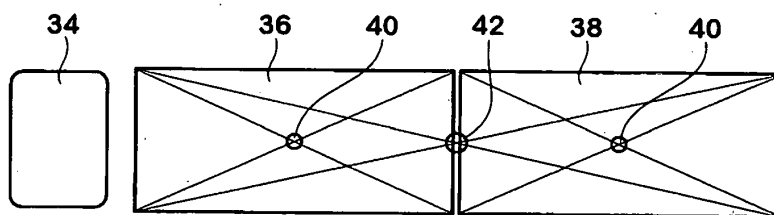


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007055316 A1 [0002]
- EP 2574587 A1 [0003]
- DE 102008014125 A1 [0004]
- DE 102008062854 A1 [0010]
- DE 102009037742 A1 [0011]
- DE 102010060942 A1 [0012]
- WO 2010010977 A1 [0013]
- EP 2327652 A1 [0014]
- DE 102008026608 A1 [0015]
- WO 2012051024 A2 [0016]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **ZEITSCHRIFT ; HUSS-MEDIEN.** Hebezeuge Fördermittel. vorgeschlagen, 2009, 324-325 [0018]