



(11) **EP 3 894 349 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.01.2024 Patentblatt 2024/01

(21) Anmeldenummer: **20718553.9**

(22) Anmeldetag: **02.03.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B66C 13/46 ^(2006.01) **B66C 19/00** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B66C 13/46; B66C 19/002; B66C 19/007

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/000054

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/175403 (10.09.2021 Gazette 2021/36)

(54) **CONTAINER-VERLADEANLAGE UND VERFAHREN ZUR BETRIEBSÜBERWACHUNG DARIN**
CONTAINER-LOADING SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING OPERATION THEREIN
SYSTÈME DE CHARGEMENT DE CONTENEURS ET PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE DU FONCTIONNEMENT DANS CE DERNIER

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.10.2021 Patentblatt 2021/42

(73) Patentinhaber:
• **LASE Industrielle Lasertechnik GmbH**
46485 Wesel (DE)
• **Firma Hans KÜNZ GmbH**
6971 Hard (AT)

(72) Erfinder:
• **MOOSBRUGGER, David**
6870 Bezau (AT)
• **NATTER, Andreas**
6912 Hörbranz (AT)
• **AMBROSY, Lars**
28209 Bremen (DE)

(74) Vertreter: **Quermann, Andreas et al**
Steinsdorfstraße 14
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 724 972 **WO-A1-2016/001481**
DE-A1-102006 035 732 **DE-A1-102006 044 187**

EP 3 894 349 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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Container-Verladeanlage und ein Verfahren zur Betriebsüberwachung mit den Merkmalen der Oberbegriffe der unabhängigen Patentansprüche.

Technischer Hintergrund

[0002] In einem Container-Terminal lädt eine Containerbrücke (engl. STS (Ship-To-Shore) Crane) genormte ISO-Container vom Schiff an Land, entweder direkt auf LKW, oder sie übergibt die Container an Transportfahrzeuge, insbesondere fahrerlose Transportfahrzeuge (AGV; Automated Guided Vehicle), die oft als Portalhubwagen ausgebildet sind und die Container automatisch aufnehmen und zu einem Bestimmungsort fahren. Die Fläche, auf der die AGV fahren, ist zur Sicherheit für Personen gesperrt.

[0003] Der Bestimmungsort kann z. B. ein landseitiges Zwischenlager sein, in dem schienengebundene Portal Kräne (RMG; Rail Mounted Gantry) oder gummibereifte Portalkräne (RTG; Rubber Tyred Gantry) Container zur Zwischenlagerung abladen.

[0004] Innerhalb oder außerhalb des Portals gibt es Übergabespuren, über die Container angeliefert oder abgeholt werden. Die Übergabe erfolgt unter manueller Kransteuerung durch einen Kranführer.

[0005] Fahrzeuge 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 oder als Terminal-LKW mit Terminal-Anhänger. Bei einem Verladeauftrag für Straßentransport muss der Fahrer oder eine andere Person vor bzw. nach dem Be- oder Entladen um das Fahrzeug herum gehen und die Twistlocks am Fahrzeug entriegeln oder verriegeln. Bei einem Verladeauftrag mit Terminal-Anhänger muss der Fahrer kontrollieren, ob die so genannten IBCs (Inter Box Connectoren, die Container auf einem Schiff zusammenhalten) entfernt worden sind. Die Personen können sich frei in dem Raum unterhalb des Krans bewegen.

[0006] Die DE 10 2006 044187 A1 offenbart eine Container-Verladeanlage und ein Verfahren mit den Merkmalen der Oberbegriffe der unabhängigen Patentansprüche.

[0007] Die EP 2 724 972 B1 offenbart eine Container-Verladeanlage und 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 aus einer Höhe von mindestens 5 Metern mit einem 3D-Laserscanner oder zwei im Abstand angebrachten 3D-Laserscannern ge-

wonnen werden. Der vorgeschlagene 3D-Laserscanner ist aus einem 2D-Laserscanner gebildet, der mittels eines Servomotors schwenkbar ist und hier ein Laufzeit-Infrarot-Laserscanner mit einer Abstandsauflösung von ungefähr 10 mm ist. Diese Auflösung wird benötigt, um Twistlocks am Trägerfahrzeug zu identifizieren und lokalisieren und daraus Container-Zielpositionsdaten berechnen zu können.

[0008] Ein derartiges 3D-Laserscanning liefert ein im Wesentlichen vollständiges Abbild der Messszene in Form von relativ dichten dreidimensionalen Punktwolken.

[0009] Dieses und andere Verfahren ermöglichen es inzwischen, grundsätzlich auch die Krantätigkeit bei der LKW-Abfertigung weitgehend zu automatisieren, doch muss dabei unbedingt die Arbeitssicherheit gewährleistet sein, die bislang z. B. dadurch erreicht wird, dass der Kranführer einer Person im Arbeitsbereich wie z. B. einem LKW-Fahrer Funkkontakt hält und Anweisungen geben und empfangen kann.

[0010] Zur Überwachung des Gefahrenbereichs auf Personen, die sich beim automatischen Be- oder Entladen von Straßentransportfahrzeugen darin aufhalten, um nötigenfalls einen Alarm oder Notstopp auszulösen, kann man kamerabasierte Systeme mit Bildauswertung verwenden. Aufgrund von Unzulänglichkeiten solcher Systeme oder z. B. durch Sichteinschränkungen und/oder widrige Wetterbedingungen kann es jedoch zu falsch positiven oder falsch negativen Gefahrenerkennungen und in der Folge zu Personenschäden und entsprechenden Ausfallzeiten kommen. Daher ist es wünschenswert, Personen im Arbeitsbereich auf mindestens eine weitere Art erkennen und lokalisieren zu können und damit für besondere Redundanz zu sorgen.

[0011] In der Messpunktwolke eines 3D-Laserscanners zur Positionsbestimmung von Containern und LKW könnte man prinzipiell auch erkennen, ob irgendwo etwas im Weg steht, was dort nicht hin gehört, jedoch ist die Zeit, die es braucht, um einen derartigen relativ hoch aufgelösten Scan zu gewinnen, um mehrere Größenordnungen zu lang, um auch die Anwesenheit von Personen im Arbeitsbereich erkennen zu können, zumal wenn sie sich bewegen. Insbesondere müssen bislang verwendete 3D-Laserscanner als Ganzes von einer Position in die nächste gedreht werden, wo sie jeweils kurz stehen bleiben, um ein Schnittprofil zu gewinnen. Man könnte allenfalls erwägen, sehr viele einzelne 3D-Laserscanner zu verwenden, die jeweils nur einen kleinen Ausschnitt der Szenerie betrachten, doch würde so etwas den apparativen und rechnerischen Aufwand vervielfachen.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Arbeitssicherheit bei der Containerverladung mit akzeptablen Aufwand zu verbessern.

[0013] Diese Aufgabe wird durch eine Container-Verladeanlage und ein Verfahren mit den in den unabhän-

gigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0014] Gemäß der Erfindung sind die Laserscanner von einem Typ, der dafür eingerichtet ist, die Arbeitsfläche gleichzeitig in mehreren voneinander beabstandeten Ebenen oder Linien abzutasten, wobei er einen Fächer von divergierenden Ebenen von Lichtstrahlen oder einen Fächer von divergierenden Einzel-Lichtstrahlen aussendet. Auf Höhe der Arbeitsfläche haben die Ebenen oder Linien einen Abstand voneinander, der in mindestens einer Richtung auf dem Boden, z. B. in Längsrichtung der Ladeposition und/oder quer dazu, größer als 10 und kleiner als 30 Zentimeter ist.

[0015] Außerdem gibt es eine Personenerkennungseinheit, die dafür eingerichtet ist, den oder die Laserscanner während eines Containerverladevorgangs mindestens einen Scan durchführen zu lassen, um eine Messpunkt wolke zu gewinnen; in der so gewonnenen Messpunkt wolke, z. B. durch Mittelwertbildung und/oder Eliminieren von Ausreißern, die Arbeitsfläche und die Ladefläche des Straßentransportfahrzeugs zu identifizieren; zu ermitteln, ob es in der Messpunkt wolke mindestens einen oder in einer bevorzugten Ausführungsform mindestens zwei benachbarte mehr als 0,5 Meter oder alternativ mehr als 1 Meter über der identifizierten Arbeitsfläche oder der identifizierten Ladefläche liegende Messpunkte gibt, und wenn es mindestens einen derartigen Messpunkt gibt, ein Person-Wahrscheinlich-Signal auszugeben, welches anzeigt, dass sich an dem entsprechenden Ort wahrscheinlich eine Person befindet.

[0016] Außerdem gibt es eine Sicherheitseinrichtung, die dafür eingerichtet ist, die Kranbewegung zu verlangsamen oder zu stoppen, wenn das Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben wird, wobei zunächst oder zusätzlich ein Warnsignal ausgegeben werden kann.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform ist jeder der Laserscanner ein 3D-Multilayer-Scanner. Ein derartiger Scanner, auch 3D-Mehrebenen-scanner oder 3D-Mehrschichtscanner genannt, ist im Handel erhältlich und ist z. B. in der EP 2 983 030 A2 beschrieben, welche offenbart, dass in vielen Anwendungen der Wunsch besteht, das Umfeld nicht nur in einer einzigen Ebene zu erfassen, insbesondere in mobilen Anwendungen, etwa bei führerlosen Fahrzeugen, wo die Anforderung besteht, den Boden mit Kanten und Absätzen ebenso zu erkennen wie Objekte, die in unterschiedlichen Höhen in den Fahrbereich ragen. Statt dreidimensionale Scanner zu verwenden, in denen der Sensor als Ganzes oder der Drehspiegel zusätzlich periodisch verkippt wird, genüge es, wenn nicht ein ganzer Raumbereich, sondern nur einige übereinander geschichtete Ebenen überwacht werden können.

[0018] Die Erfindung beinhaltet den neuen Einsatzzweck von Multilayer-Laserscannern, diese nicht zur Erkennung von Objekten zu verwenden, die mehr oder weniger horizontal vor dem Scanner liegen, indem die Scanebenen übereinander geschichtet sind, sondern zur Er-

kennung von Personen, die sich mehr oder weniger vertikal unter dem Scanner befinden, in Containerumschlagzonen, wobei die Scanebenen nebeneinander geschichtet sind. Anders als bei herkömmlichem 3D-Laserscanning erhält man nur ein unvollständiges Abbild der Messszene, was bei geeigneter Wahl der Abstände zwischen den Ebenen jedoch ausreicht, um zu erkennen, ob sich in der Messszene wahrscheinlich eine Person befindet oder nicht, und dieses Abbild der Messszene erhält man in einer sehr kurzen Zeit, die höchstens in der Größenordnung 1/10 Sekunde und oft noch viel weniger liegt, so dass auch die Erkennung von sich bewegenden Personen möglich ist.

[0019] Alternativ zu Multilayer-Laserscannern können für die Erfindung auch sog. 3D-Array-Scanner oder Flash-LiDAR-Geräte verwendet werden. Derartige Geräte besitzen ein Array von Laserdioden, die gleichzeitig einen Fächer von divergierenden Einzel-Lichtstrahlen aussenden, wobei sofort ein komplettes 3D-Bild zur Verfügung steht.

[0020] In bevorzugten Ausführungsformen ist nahe an einem Rand oder einer Ecke der Arbeitsfläche eine z. B. 2 x 2 Meter messende Personenaufenthaltszone auf der Arbeitsfläche markiert, und die Sicherheitseinrichtung erlaubt Kranbewegungen nur dann, wenn für die Personenaufenthaltszone, aber nicht für die übrige Arbeitsfläche ein Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben und damit detektiert wird, dass sich in der Personenaufenthaltszone, aber nicht in der übrigen Arbeitsfläche eine Person befindet.

[0021] In bevorzugten Ausführungsformen ist die Arbeitsfläche in mehrere Zonen unterteilt, nämlich mindestens in eine innere Zone, die mindestens die Ladeposition umfasst, d. h. entweder der Ladeposition entspricht oder größer ist, und eine äußere Zone, die sich um die innere Zone herum erstreckt und daran angrenzt. Während eines Containerverladevorgangs werden mehrere zeitlich aufeinander folgende Scans durchgeführt, und wenn mindestens ein mehr als 0,5 Meter (oder alternativ mehr als 1 Meter) über der identifizierten Arbeitsfläche oder der identifizierten Ladefläche liegender Messpunkt ermittelt wird, wird ein Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben.

[0022] Zusätzlich wird geprüft, ob sich der Ort eines derartigen Messpunktes in der Messpunkt wolke mit der Zeit ändert. Wenn ja, kann ein Bewegte-Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben werden.

[0023] Je nachdem, für welche der beiden Zonen welche der beiden Arten von Signalen ausgegeben werden, wird die Kranbewegung verlangsamt oder gestoppt. Dabei können Ort und Größe der Zonen, in die die Arbeitsfläche unterteilt ist, während des Betriebs der Anlage dynamisch geändert und an Ort und Bewegungsrichtung eines gerade verladenen Containers angepasst werden.

[0024] Anders als bei herkömmlichen Sicherheits- und Kollisionsvermeidungssystemen muss somit nicht sofort ein Not-Aus erfolgen, sondern es kann eine stufenweise Reaktion erfolgen, z. B. zunächst eine bloße Warnung,

wenn erkannt wird, dass sich eine Person der äußeren Zone nähert, dann ein langsames Arbeiten des Krans, wenn die Person in die äußere Zone eintritt, und ein Not-Aus erst dann, wenn die Person in die innere Zone eintritt.

[0025] Bei dem Verfahren zur Betriebsüberwachung einer Arbeitsfläche auf einem Boden unterhalb eines Containerkrans, wobei aus einer Höhe über dem Boden, die ein Mehrfaches der Höhe eines ISO-Containers übersteigt, während eines Containerverlade-, -absetz- oder -anhebevorgangs ein oder mehrere 3D-Laserscanner die Arbeitsfläche in drei Dimensionen von oben abtasten gelassen werden, werden gemäß der Erfindung der oder die Laserscanner die Arbeitsfläche mit einem Fächer von divergierenden Ebenen von Lichtstrahlen oder einem Fächer von divergierenden Einzel-Lichtstrahlen gleichzeitig in mehreren voneinander beabstandeten Ebenen oder Linien abtasten gelassen, um eine Messpunktswolke zu gewinnen, wobei die Ebenen oder Linien auf Höhe der Arbeitsfläche einen Abstand voneinander haben, der so bemessen ist, dass eine auf der Arbeitsfläche stehende Person von mindestens einer Ebene von Lichtstrahlen oder mindestens einem der Einzel-Lichtstrahlen getroffen wird. In der so gewonnenen Messpunktswolke wird zunächst die Arbeitsfläche identifiziert. Danach wird ermittelt, ob es in der Messpunktswolke mindestens einen oder mehrere Messpunkte gibt, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind. Wenn es einen oder in bevorzugten Ausführungsformen mindestens zwei benachbarte derartige Messpunkte gibt, wird die Kranbewegung verlangsamt oder gestoppt.

[0026] In bevorzugten Ausführungsformen werden Kranbewegungen nicht verlangsamt oder gestoppt, sondern bleiben erlaubt, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind, für einen vorbestimmten Bereich am Rand der Arbeitsfläche, aber nicht für einen zentralen Bereich der Arbeitsfläche ermittelt werden.

[0027] In bevorzugten Ausführungsformen sind innerhalb der Arbeitsfläche mehrere Zonen definiert, nämlich mindestens eine innere Zone direkt unterhalb eines am Kran hängenden Containers sowie eine äußere Zone, die sich um die innere Zone herum erstreckt und daran angrenzt. Kranbewegungen werden nur dann erlaubt, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind, nicht in der inneren oder der äußeren Zone ermittelt werden. Kranbewegungen werden verlangsamt, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind, in der äußeren und nicht in der inneren Zone ermittelt werden. Kranbewegungen werden gestoppt, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind, in der inneren Zone ermittelt werden.

[0028] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung

ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen.

5 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0029]

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines unteren Teils eines schienengebundenen Portalkrans, in dem sich eine Arbeitsfläche am Boden eines zu überwachenden Arbeitsraums befindet;

Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Arbeitsfläche von Fig. 1;

Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Arbeitsfläche unter einem Containerkran mit dynamisch veränderlichen Zonen; und

Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Betriebsüberwachung einer Arbeitsfläche unterhalb eines Containerkrans.

25 Detaillierte Beschreibung

[0030] Für die Verladung von Gütern im Bereich (Portal) eines Ship-to-Shore-Krans (STS-Kran) in Containerhäfen ist die Tätigkeit von Menschen erforderlich. Das können z. B. Einweiser für LKW sein, oder auch Personen, welche die so genannten IBCs (Inter Box Connectoren, diese halten übereinander stehende Container auf einem Schiff zusammen) von den Containern entfernen, bevor diese auf den Boden oder auf ein LKW-Chassis gestellt werden. Diese Personen können sich frei im Portalbereich bewegen. Durch Sichteinschränkungen, Unachtsamkeit und/oder widrige Wetterbedingungen kann es beim Absetzen oder Aufnehmen der Last zu Personenschäden und damit zu Ausfallzeiten kommen.

[0031] Um Unfälle mit Personen zu verhindern, wird ein redundantes System zur Objekterkennung und -verfolgung in einem definierten Arbeitsraum vorgeschlagen. So kann der Aufenthaltsort jeder Person im Gefahrenbereich bestimmt und in einem Gefahrenfall z. B. die Hubwerksfunktion des Krans gestoppt werden. Das System ist in der Lage, Personen im Arbeitsraum während des Verladens von Containern zu erkennen, zu lokalisieren und kontinuierlich deren Position an die Kransteuerung zurückzugeben.

[0032] Fig. 1 zeigt einen unteren Teil eines Containerkrans, hier eines RMG-Portalkrans 1, der auf Schienen auf einem Boden 2 eines Hafens oder sonstigen Containerumschlagplatzes fahren kann und der eine Verladeanlage oder einen Teil davon bildet. Unterhalb des Portalkrans 1 befindet sich am Boden 2 eine Arbeitsfläche 3, die in Fig. 2 von oben gezeigt ist, im gleichen Maßstab wie in Fig. 1. Auf der Arbeitsfläche 3 ist min-

destens eine längliche Ladeposition 4 (Fig. 2) für einen LKW 5 oder dergleichen markiert. Der LKW 5 hat eine Ladefläche 5a und ein Führerhaus 5b.

[0033] Alternativ kann der Containerkran auch ein RTG-Kran oder ein STS-Kran sein.

[0034] Der zu überwachende Arbeitsraum, in dem sich Personen aufhalten können und dürfen, kann z. B. ein Quader sein, der von dem Boden 2 sowie von je zwei Vertikalstützen 6, 7 und Querträgern 8 des Portalkrans 1 begrenzt wird. Zum Beispiel bei weit auseinander stehenden Vertikalstützen 6, 7 kann der zu überwachende Arbeitsraum aber auch kleiner sein und sich oberhalb einer Arbeitsfläche 3 erstrecken, die nicht ganz bis zu den Stützen reicht, wie z. B. in Fig. 2, welche die Situation von Fig. 1 in gleichem Maßstab in Draufsicht zeigt.

[0035] In dem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Arbeitsfläche 3 zwischen den Vertikalstützen 6, 7 des Portalkrans 1. Bei anderen Typen von Containerkränen, etwa einem sog. Cantilever-RMG-Kran, der Container über die Seite absetzt, oder bei einem STS-Kran, kann die Arbeitsfläche auch ganz oder teilweise außerhalb der Kranstützen liegen, bei einem STS-Kran in dessen sog. Backreach-Bereich.

[0036] In einer Höhe über dem Boden 2, die ein Mehrfaches der Höhe eines ISO-Containers übersteigt, wie er in Fig. 1 als ein von oben kommender Container 9 angedeutet ist, sind zwei 3D-Laserscanner 10 montiert, die dafür eingerichtet sind, den Arbeitsraum zu überwachen, indem sie die Arbeitsfläche 3 einschließlich des darauf stehenden LKW 5 in drei Dimensionen von oben abtasten.

[0037] Insbesondere befindet sich je ein 3D-Laserscanner 10 in einer Höhe von z. B. 10 oder 20 Meter nahe an einer vorderen linken Vertikalstütze 6 und an einer hinteren rechten Vertikalstütze, die von der in Fig. 1 sichtbaren vorderen rechten Vertikalstütze 7 verdeckt wird, also nahe an zwei diagonal stehenden Vertikalstützen 6, 7, so dass die 3D-Laserscanner 10 senkrecht über zwei diagonalen Ecken der Arbeitsfläche 3 liegen, wie in Fig. 2 angedeutet. Dabei liegen die zwei 3D-Laserscanner 10 weiter auseinander als die Diagonale der markierten Ladeposition 4 misst.

[0038] Die Laserscanner 10 sind jeweils ein 3D-Multilayer-Scanner oder alternativ ein 3D-Array-Scanner oder Flash-LiDAR-Gerät. Die Laserscanner 10 können - wie in diesem Ausführungsbeispiel - zweckmäßig am Kran befestigt sein, doch sind auch Ausführungsformen möglich, in denen die Laserscanner auf Pfeilern oder Lichtmasten befestigt sind, die auch schon auf dem Betriebsgelände vorhanden sein können, sofern diese nahe genug an der Arbeitsfläche liegen und die Krantätigkeit nicht behindern. In jedem Fall werden die Laserscanner 10 die Arbeitsfläche 3 jedenfalls überwiegend nicht genau von oben, sondern mehr oder weniger schräg von oben abtasten.

[0039] Die Laserscanner 10 sind außerdem so ausgelegt und orientiert, dass sie die ganze Arbeitsfläche 3 - mit Ausnahme der durch zwischen den Ebenen oder Li-

nien der Laserscanner 10 vorhandenen Lücken - vollständig überwachen können, wobei jeder der beiden Laserscanner 10 für eine von zwei L-förmigen Teilzonen 11, 12 verantwortlich ist, die sich zu einem der Arbeitsfläche 3 entsprechenden Rechteck um die Ladeposition 4 herum ergänzen. Dadurch wird eine Abschattung von Teilen der Arbeitsfläche 3 durch den LKW 5 oder einen darauf stehenden oder vertikal darüber hängenden Container 9 vermieden. Im Falle von 3D-Multilayer-Scannern verlaufen die Scanebenen bevorzugt parallel zur Längsrichtung der Ladeposition 4.

[0040] Die oben beschriebene Verladeanlage kann anstelle des Portalkrans 1 auch einen anderen Kran wie z. B. eine Containerbrücke aufweisen, welche Container vom Schiff direkt auf LKW oder umgekehrt befördert. In einem derartigen Fall können LKW-Fahrspuren und LKW-Ladepositionen quer zum Kai oder in Längsrichtung dazu verlaufen.

[0041] Im Betrieb der in Figuren 1 und 2 gezeigten Container-Verladeanlage lässt eine Personenerkennungseinheit die Laserscanner 10 während eines Containerverladevorgangs laufend Scans durchführen, z. B. jede Sekunde oder jede zehntel Sekunde einen. Im Prinzip genügt eine Messpunkt Wolke, in der der Boden 2 bzw. die Arbeitsfläche 3 und sowie die Ladefläche 5a des LKW 5 identifiziert werden.

[0042] Dies könnte rechnerisch auf verschiedene Arten geschehen, die grundsätzlich äquivalent sind. So könnte man alle Messpunkte, die außerhalb der vorbekannten Umriss der Ladeposition 4 liegen, als die Arbeitsfläche 3 bildend ansehen, und die Ladefläche 5a des LKW 5 gewinnt man dann, indem man von den innerhalb der Umriss der Ladeposition 4 liegenden Messpunkten nur solche auswählt, die in einer dafür typischen Höhe über dem Boden 2 liegen, also etwa 1 Meter über dem Boden 2. Dies eliminiert auch Messpunkte, die vom Führerhaus 5b des LKW 5 stammen. Alternativ könnte man den Arbeitsraum in viele virtuelle Quader mit an die Auflösung der Laserscanner 10 angepassten Abmessungen unterteilen, und die Oberseiten aller Quader, in die ein Messpunkt fällt, nimmt man dann als das Profil des Bodens der Arbeitsfläche 3 und der Ladefläche 5a des LKW 5, nachdem man Quader eliminiert hat, die leicht erkennbar das Führerhaus 5b repräsentieren.

[0043] Anschließend wird ermittelt, ob es in der Messpunkt Wolke mindestens einen mehr als 0,5 Meter über der identifizierten Arbeitsfläche oder der identifizierten Ladefläche liegenden Messpunkt gibt, oder äquivalent dazu, ob es einen obersten Quader gibt, der mehr als 0,5 Meter darüber hinaus ragt. Statt einer Mindesthöhe von 0,5 Meter könnte man auch eine andere Mindesthöhe nehmen, ab der Messpunkte berücksichtigt werden, z. B. 0,7 oder 1 Meter.

[0044] Wenn es einen derartigen Messpunkt oder Quader gibt, wird ein Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben, welches anzeigt, dass sich an diesem Ort wahrscheinlich eine Person befindet. Zusätzlich kann ein Gegenstand-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben wer-

den, wenn es einen Messpunkt oder Quader gibt, der weniger als 0,5 Meter, aber z. B. mehr als 30 Zentimeter über der identifizierten Arbeitsfläche oder der identifizierten Ladefläche liegt, da in diesem Fall wahrscheinlich irgendein Gegenstand auf dem Boden oder auf der Ladefläche liegt, der dort nicht hin gehört und z. B. eine Stolperfalle oder ein Absetzhindernis darstellt.

[0045] Wird ein Person-Wahrscheinlich-Signal oder Gegenstand-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben, sorgt eine Sicherheitseinrichtung dafür, dass die Kranbewegung stoppt, und sendet eine Aufforderung an einen Steuerstand bzw. an den Kranführer und/oder an den LKW-Fahrer, die Situation zu klären.

[0046] Somit darf sich der LKW-Fahrer in diesem Ausführungsbeispiel nicht auf der Arbeitsfläche 3 befinden, damit die Verladung zügig durchgeführt wird. Er darf sich jedoch im Führerhaus 5b des LKW 5 oder außerhalb der Arbeitsfläche 3 befinden.

[0047] In einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels oder nachfolgend beschriebener Ausführungsbeispiele ist oder wird der Fahrer dazu angehalten, sich vor dem Verladevorgang in eine ca. 2 x 2 Meter messende Personenaufenthaltszone 13 zu begeben, die in einer Ecke der Arbeitsfläche 3 auf dem Boden markiert ist, wie in Fig. 2 veranschaulicht. Die Krantätigkeit wird nur solange erlaubt, wie mittels der Laserscanner 10 erkannt wird, dass sich wahrscheinlich eine Person in der Personenaufenthaltszone 13 befindet, aber nicht auf der Arbeitsfläche 3 oder auf der Ladefläche 5a des LKW 5.

[0048] In einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels oder nachfolgend beschriebener Ausführungsbeispiele wird zusätzlich ermittelt, ob es in der Messpunkt Wolke mindestens einen oder mehrere Messpunkte gibt, der oder die für den LKW 5 und insbesondere für dessen Führerhaus 5b typisch sind und deren Orte in der Messpunkt Wolke sich mit der Zeit ändern. Daran kann erkannt werden, dass sich der LKW 5 während eines Containerabsetz- oder -anhebevorgangs bewegt, z. B. weil der Fahrer unachtsamerweise zu früh losfährt, so dass Kranbewegungen rechtzeitig gestoppt werden können.

[0049] Anhand von Fig. 3 wird nun weiteres Ausführungsbeispiel erläutert, welches sich - wie auch das vorhergehende Ausführungsbeispiel - nicht nur besonders für die Betriebsüberwachung von Arbeitsbereichen von Portalkränen oder Containerbrücken eignet, sondern auch für andere Arbeitsbereiche im Hafen, wo Container abgesetzt oder werden.

[0050] Dies kann z. B. ein Arbeitsbereich auf dem Schiff sein, in dem Container kurz abgesetzt werden, um Inter Box Connectoren von Hand zu montieren oder zu entfernen.

[0051] Darüber hinaus können die hier beschriebenen Anlagen und Verfahren auch in anderen Bereichen in Containerumschlagplätzen in Häfen oder anderswo eingesetzt werden, und zwar auch dort, wo Personen eigentlich keinen Zugang haben, aber z. B. versehentlich in vollautomatisierte Arbeitsbereiche gelangen könnten.

[0052] Ein derartiges verallgemeinertes Verfahren

wird nachfolgend anhand von Figuren 3 und 4 beschrieben.

[0053] Fig. 3 zeigt von oben eine Arbeitsfläche 3 unter einem Containerkran, die ebenso wie in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 rechteckig ist, mit einer zu der Größe des vorliegend verwendeten Containerkrans passenden Länge und Breite.

[0054] Laserscanner 10 tasten die ganze Arbeitsfläche 3 von Fig. 3 immer wieder von oben ab, z. B. zehn Mal pro Sekunde, und erfassen dabei insbesondere einen Container 9, der hier in einer Höhe am Kran hängt, in der der Container 9 jetzt oder zumindest nach weiterem Absenken mit einer ungünstig auf der Arbeitsfläche 3 stehenden oder laufenden Person kollidieren könnte, sowie eine Person 16, die hier in einer Ecke der Arbeitsfläche 3 steht. Außerdem erfassen die Laserscanner 10 die Bewegungsrichtungen und Bewegungsgeschwindigkeiten des Containers 9 und der Person 16, welche in Fig. 3 mittels Pfeilen als Bewegungsvektoren dargestellt sind.

[0055] Auf der Arbeitsfläche 3 werden virtuell mehrere dynamisch veränderliche Zonen erzeugt, um mehrstufige Gefahrenbereiche und/oder Sicherheitsbereiche zu bilden. Zum Beispiel wird horizontal rings um den Container 9 virtuell eine innere Zone 14 gebildet, und horizontal rings um die innere Zone 14 wird virtuell eine äußere Zone 15 gebildet.

[0056] Solange sich der Container 9 nicht bewegt, können die innere Zone 14 und die äußere Zone 15 kleiner sein als in Fig. 3 dargestellt, z. B. derart, dass die innere Zone 14 der Ladeposition 4 in Fig. 2 entspricht und die äußere Zone 15 den beiden Teilzonen 11, 12 in Fig. 2 entspricht. Wenn sich der Container 9 in einer Horizontalrichtung bewegt, werden die innere Zone 14 und die äußere Zone 15 in Richtung der Bewegung größer gemacht, und zwar um so mehr, je schneller sich der Container 9 bewegt, wie in Fig. 3 veranschaulicht.

[0057] Eine derartige in Abhängigkeit von Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit dynamisch veränderliche Zone oder Sicherheitszone kann auch um die Person 16 herum gelegt werden (in Fig. 3 nicht gezeigt), womit die Bewegung der Person 16 antizipiert werden kann. Befindet sich die erkannte Person 16 in einem Gefahrenbereich, also der inneren Zone 14 und/oder der äußeren Zone 15, oder beginnt die Sicherheitszone um die Person 16 herum, in die äußere Zone 15 einzudringen, oder nähert sich umgekehrt der Container 9 der Person 16, werden die entsprechenden Verfahrensbewegungen von Trolley, Hubwerk und Fahrwerk des Krans verlangsamt oder gestoppt.

[0058] Insbesondere tasten die Laserscanner 10 ebenso wie in dem Ausführungsbeispiel von Figuren 1 und 2 die Arbeitsfläche 3 mit einem Fächer von divergierenden Ebenen von Lichtstrahlen oder Einzel-Lichtstrahlen gleichzeitig in mehreren voneinander beabstandeten Ebenen oder Linien ab, um daraus eine Messpunkt Wolke zu gewinnen, wobei die Ebenen oder Linien auf Höhe der Arbeitsfläche 3 einen Abstand voneinander haben, der so bemessen ist, dass eine auf der Arbeitsfläche ste-

hende Person von mindestens einer Ebene von Lichtstrahlen oder mindestens einem der Einzel-Lichtstrahlen getroffen wird (Schritt S1 in Fig. 4).

[0059] Um eine auf der Arbeitsfläche stehende Person unter Verwendung von relativ wenigen Ebenen oder Linien mit ausreichender Zuverlässigkeit erkennen zu können, sollten die Ebenen oder Linien auf Höhe der Arbeitsfläche 3 in mindestens einer Richtung auf dem Boden, z. B. in Längsrichtung der Ladeposition und/oder quer dazu, nicht größer als 30 Zentimeter sein, wobei aber auch kleinere Mindestabstände wie z. B. 10 oder 20 Zentimeter oder irgendwelche Zwischenwerte möglich sind.

[0060] In der im Schritt S1 gewonnenen Messpunkt- wolke wird auch die Arbeitsfläche 3 identifiziert (Schritt S2 in Fig. 4).

[0061] Anschließend wird ermittelt, ob es in der Messpunkt- wolke mindestens einen oder mehrere Messpunkte gibt, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche stehende Person typisch sind (Schritt S3 in Fig. 4). Wenn kein derartiger Messpunkt ermittelt wird, geht es zum Schritt S1 zurück, um eine neue Messpunkt- wolke zu gewinnen.

[0062] Wenn ein derartiger Messpunkt ermittelt wird, kann die Kranbewegung ohne weitere Bedingungen verlangsamt oder gestoppt werden (Schritt S4 in Fig. 4), z. B. wenn die Arbeitsfläche 3 von vornherein so ausgelegt ist, dass sich dort keine Person aufhalten sollte, solange sich der Container 9 bewegt, oder z. B. in Sonderfällen wie Test- oder Kalibrierungsfahrten.

[0063] Vorzugsweise wird im Schritt S3 jedoch zusätzlich ermittelt, ob sich die Person 16 oder deren eigene Sicherheitszone in der äußeren Zone 15 und nicht in der inneren Zone 14 befindet oder damit überschneidet. Wenn ja, werden im Schritt S4 Kranbewegungen verlangsamt. Zusätzlich wird im Schritt S3 ermittelt, ob sich die Person 16 oder deren eigene Sicherheitszone in der inneren Zone 14 befindet oder damit überschneidet. Wenn ja, werden im Schritt S4 Kranbewegungen gestoppt. Das heißt, Kranbewegungen werden nur dann erlaubt, wenn sich die Person 16 oder deren eigene Sicherheitszone nicht in der inneren oder der äußeren Zone befindet.

[0064] Vorzugsweise werden auch Warnsignale ausgegeben, und zwar schon dann, wenn sich die Person 16 der äußeren Zone 15 nähert und bevor Kranbewegungen verlangsamt werden.

[0065] Zwischen den Schritten S2 und S3 oder S3 und S4 kann zusätzlich ermittelt werden, ob es in der Messpunkt- wolke Messpunkte gibt, die für den LKW 5 bzw. dessen Führerhaus 5b und/oder Ladefläche 5a typisch sind und deren Orte in der Messpunkt- wolke sich mit der Zeit ändern. Wenn dies der Fall ist, deutet dies darauf hin, dass sich der LKW 5 bewegt, woraufhin Kranbewegungen ebenfalls gestoppt werden.

[0066] Das vorstehend beschriebene Verfahren kann ebenso wie das erste Ausführungsbeispiel daraufhin erweitert werden, auch Fremd-Gegenstände im Arbeitsraum zu erkennen, insbesondere solche, die größer sind

als z. B. 30 Zentimeter, um ggf. Kranbewegungen zu verlangsamen oder zu stoppen, so dass der Kranführer oder die Person 16 Gelegenheit bekommt, die Situation zu klären. Versehentlich liegen gebliebene Gegenstände kann es nicht nur auf Arbeitsflächen 3 geben, sondern auch auf LKW-Ladeflächen 5a, und mit dem beschriebenen Verfahren können somit auch Sachschäden beim Absetzen des Containers vermieden werden. Gegenstände im Arbeitsraum können nicht nur anhand ihrer erkannten Größe von Personen unterschieden und entsprechend klassifiziert werden, sondern auch daran, dass sich dort arbeitende Personen oft bewegen.

[0067] Für noch zuverlässigere Erkennung von Personen und Gegenständen im Arbeitsbereich können die oben beschriebenen Mittel und Verfahren, die als Hardware und Software bereitgestellt werden, mit anderen Hardwarekomponenten und Softwarealgorithmen zur Personen- und Objekterkennung verknüpft werden, um ein redundant arbeitendes Gesamtsystem herzustellen. Mittels unterschiedlicher Hardware- und Softwarekomponenten werden die Verfügbarkeit und damit auch die Sicherheit des Systems erhöht.

[0068] So können neben den beschriebenen 3D-Laserscannern 10, welche die Hauptkomponenten des beschriebenen Sicherheitssystems oder Kollisionsvermeidungssystems bilden, auch Kameras zum Einsatz kommen, mit denen die Anwesenheit von Personen in sicheren oder unsicheren Bereichen zusätzlich detektiert werden kann. Optional wäre es auch möglich, z. B. ein RFID (Radio Frequency Identification) System zu integrieren, wobei Orte von Personen im Arbeitsbereich z. B. mittels Triangulation anhand von Signalen erkannt werden, die von einem RFID-Transponder zurückgesandt werden, den Personen bei sich tragen sollen, wobei es in einem Containerterminal aber auch Personen geben kann, die keinen RFID-Transponder tragen, was für die laserbasierte Personenerkennung natürlich nicht nötig ist.

[0069] Jedes der verschiedenen Systeme arbeitet autark und liefert die zuvor genannten Informationen zu erkannten Personen. Die Daten der Einzelsysteme können aber in einer Auswertesoftware fusioniert werden. Sollte mindestens ein System eine Gefahrensituation melden, werden Anweisungen für geeignete Gegenmaßnahmen, um die Gefahrensituation zu vermeiden, an die Kran-Steuerung gesendet. Im Idealfall melden alle vorhandenen Systeme die gleichen Informationen. Für die Verfügbarkeit und Sicherheit in Gefahrensituationen genügt es, wenn eines der Systeme eine Gefahrensituation meldet. Eine derartige Fusion Laser-Kamera, Laser-RFID oder Laser-Kamera-RFID erleichtert auch die Arbeitssicherheitszertifizierung.

Patentansprüche

1. Container-Verladeanlage mit einem Containerkran (10) und einer für Personen zugänglichen Arbeitsfläche (3) auf einem Boden (2) unterhalb des Con-

tainerkrans (10), wobei auf der Arbeitsfläche (3) mindestens eine längliche Ladeposition (4) für ein Container-Straßentransportfahrzeug (5) markiert ist und wobei in einer Höhe über dem Boden (2), die ein Mehrfaches der Höhe eines ISO-Containers (9) übersteigt, ein oder mehrere 3D-Laserscanner (10) angebracht sind, die dafür eingerichtet sind, das Straßentransportfahrzeug (5) und die Arbeitsfläche (3) in drei Dimensionen von oben abzutasten, wobei die Anlage eine Personenerkennungseinheit aufweist, die dafür eingerichtet ist, den oder die Laserscanner (10) während eines Containerverladevorgangs mindestens einen Scan durchführen zu lassen, um eine Messpunktvolke zu gewinnen, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- einer oder mehrere der Laserscanner (10) von einem Typ ist bzw. sind, der dafür eingerichtet ist, die Arbeitsfläche (3) mit einem Fächer von divergierenden Ebenen von Lichtstrahlen oder einem Fächer von divergierenden Einzel-Lichtstrahlen gleichzeitig in mehreren voneinander beabstandeten Ebenen oder Linien abzutasten, um die Messpunktvolke zu gewinnen, wobei die Ebenen oder Linien auf Höhe der Arbeitsfläche (3) einen Abstand voneinander haben, der in mindestens einer Richtung auf dem Boden (2) größer als 10 und kleiner als 30 Zentimeter ist;
- die Personenerkennungseinheit dafür eingerichtet ist, in der gewonnenen Messpunktvolke die Arbeitsfläche (3) und die Ladefläche des Straßentransportfahrzeugs (5) zu identifizieren, zu ermitteln, ob es in der Messpunktvolke mindestens einen mehr als 0,5 Meter über der identifizierten Arbeitsfläche (3) oder der identifizierten Ladefläche liegenden Messpunkt gibt, und wenn es mindestens einen derartigen Messpunkt gibt, ein Person-Wahrscheinlich-Signal auszugeben; und
- die Anlage eine Sicherheitseinrichtung aufweist, die dafür eingerichtet ist, die Kranbewegung zu verlangsamen oder zu stoppen, wenn das Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben wird.

2. Container-Verladeanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nahe an einem Rand oder einer Ecke der Arbeitsfläche (3) eine Personenaufenthaltszone (13) auf der Arbeitsfläche (3) markiert ist und dass die Sicherheitseinrichtung dafür eingerichtet ist, Kranbewegungen nur dann zu erlauben, wenn für die Personenaufenthaltszone (13), aber nicht für die übrige Arbeitsfläche (3) ein Person-Wahrscheinlich-Signal ausgegeben wird.
3. Container-Verladeanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsfläche (3) in mehrere Zonen unterteilt ist, nämlich mindes-

tens in eine innere Zone (14), die mindestens die Ladeposition (4) umfasst, und eine äußere Zone (15), die sich um die innere Zone (14) herum erstreckt und daran angrenzt; dass die Personenerkennungseinheit dafür eingerichtet ist, den oder die Laserscanner (10) während eines Containerverladevorgangs mehrere zeitlich aufeinander folgende Scans durchführen zu lassen und, wenn mindestens ein mehr als 0,5 Meter über der identifizierten Arbeitsfläche (3) oder der identifizierten Ladefläche liegender Messpunkt ermittelt wird, dessen Ort in der Messpunktvolke sich mit der Zeit ändert, ein Bewegete-Person-Wahrscheinlich-Signal auszugeben; und dass die Sicherheitseinrichtung dafür eingerichtet ist, in Abhängigkeit davon, für welche der beiden Zonen (14, 15) welche der beiden Arten von Signalen ausgegeben werden, zu entscheiden, ob die Kranbewegung zu verlangsamen oder zu stoppen ist.

4. Container-Verladeanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Personenerkennungseinheit dafür eingerichtet ist, Ort und Größe der Zonen (11, 12), in die die Arbeitsfläche (3) unterteilt ist, während des Betriebs der Anlage dynamisch zu ändern und insbesondere an Ort und Bewegungsrichtung eines gerade verladenen Containers (9) anzupassen.
5. Container-Verladeanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laserscanner (10) an dem Containerkran (10) oder an fest auf dem Boden (2) stehenden Pfeilern oder Masten befestigt sind.
6. Verfahren zur Betriebsüberwachung einer Arbeitsfläche (3) auf einem Boden (2) unterhalb eines Containerkrans (10), wobei aus einer Höhe über dem Boden (2), die ein Mehrfaches der Höhe eines ISO-Containers (9) übersteigt, während eines Containerverlade-, -absetz- oder -anhebevorgangs ein oder mehrere 3D-Laserscanner (10) die Arbeitsfläche (3) in drei Dimensionen von oben abtasten gelassen werden, um eine Messpunktvolke zu gewinnen, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

- den oder die Laserscanner (10) die Arbeitsfläche (3) mit einem Fächer von divergierenden Ebenen von Lichtstrahlen oder einem Fächer von divergierenden Einzel-Lichtstrahlen gleichzeitig in mehreren voneinander beabstandeten Ebenen oder Linien abtasten zu lassen, um die Messpunktvolke zu gewinnen, wobei die Ebenen oder Linien auf Höhe der Arbeitsfläche (3) einen Abstand voneinander haben, der so bemessen ist, dass eine auf der Arbeitsfläche (3) stehende Person von mindestens einer Ebene von Lichtstrahlen oder mindestens einem der

- Einzel-Lichtstrahlen getroffen wird (S1), und der in mindestens einer Richtung auf dem Boden (2) größer als 10 und kleiner als 30 Zentimeter ist,
- in der gewonnenen Messpunktwolke die Arbeitsfläche (3) zu identifizieren (S2),
 - zu ermitteln, ob es in der Messpunktwolke mindestens einen Messpunkt gibt, der für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche (3) stehende Person (16) typisch ist (S3) und mehr als 0,5 Meter über der identifizierten Arbeitsfläche (3) oder der identifizierten Ladefläche liegt, und
 - wenn es einen derartigen Messpunkt gibt, die Kranbewegung zu verlangsamen oder zu stoppen (S4).
7. Verfahren nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** Kranbewegungen nicht verlangsamt oder gestoppt, sondern erlaubt werden, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche (3) stehende Person typisch sind, für einen vorbestimmten Bereich am Rand der Arbeitsfläche (3), aber nicht für einen zentralen Bereich der Arbeitsfläche (3) ermittelt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Arbeitsfläche (3) mehrere Zonen definiert sind, nämlich mindestens eine innere Zone (14) unterhalb eines am Kran hängenden Containers (9) und eine äußere Zone (15), die sich um die innere Zone (14) herum erstreckt und daran angrenzt, wobei
- Kranbewegungen nur dann erlaubt werden, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche (3) stehende Person typisch sind, nicht in der inneren Zone (14) oder der äußeren Zone (15) ermittelt werden;
 - Kranbewegungen verlangsamt werden, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche (3) stehende Person typisch sind, in der äußeren Zone (15) und nicht in der inneren Zone (14) ermittelt werden; und
 - Kranbewegungen gestoppt werden, wenn ein oder mehrere Messpunkte, der oder die für eine auf der identifizierten Arbeitsfläche (3) stehende Person typisch sind, in der inneren Zone (14) ermittelt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ort und Größe der inneren und äußeren Zonen (14, 15) in Abhängigkeit von Ort und Bewegungsrichtung eines gerade verladenen Containers (9) geändert werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ermittelt wird, ob es in der Messpunktwolke mindestens einen oder mehrere Messpunkte gibt, der oder die für einen Fremd-Gegenstand typisch sind, wobei anhand von Größe und Bewegung anhand von erkannten Personen und Fremd-Gegenständen unterschieden wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ermittelt wird, ob es in der Messpunktwolke mindestens einen oder mehrere Messpunkte gibt, der oder die für einen LKW (5) und insbesondere für dessen Führerhaus (5b) typisch sind und deren Orte in der Messpunktwolke sich mit der Zeit ändern; und dass Kranbewegungen auch dann gestoppt werden, wenn auf die vorgenannte Weise erkannt wird, dass sich der LKW (5) während eines Containerabsetz- oder -anhebevorgangs bewegt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in einer Container-Verladeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchgeführt wird.
13. Verladeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder der Laserscanner (10) ein 3D-Multilayer-Scanner ist.
14. Verladeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder der Laserscanner (10) ein 3D-Array-Scanner oder ein Flash-LiDAR-Gerät ist.
15. Container-Verladeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur Durchführung des Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11 eingerichtet ist.

Claims

1. Container-loading system comprising a container crane (10) and a working area (3) accessible to persons on a ground (2) below the container crane (10), wherein at least one elongated loading position (4) for a container road transport vehicle (5) is marked on the working area (3) and wherein at a height above the ground (2) which exceeds a multiple of the height of an ISO container (9) one or more 3D laser scanners (10) are mounted which are adapted to scan the road transport vehicle (5) and the working area (3) from above in three dimensions, wherein the system comprises a person detection unit adapted to cause the laser scanner(s) (10) to perform at least one scan during a container loading operation

in order to obtain a cloud of measurement points,
characterized in that

- one or more of the laser scanners (10) is/are of a type adapted to scan the working area (3) with a fan of diverging planes of light beams or a fan of diverging individual light beams simultaneously on a plurality of planes or lines spaced apart from each other in order to obtain the cloud of measurement points, wherein the planes or lines at the level of the working area (3) have a distance from each other which is greater than 10 and less than 30 centimeters in at least one direction on the ground (2);
 - the person detection unit is adapted to identify in the obtained cloud of measurement points the working area (3) and the loading area of the road transport vehicle (5); to determine whether there is at least one measurement point in the cloud of measurement points which is located more than 0.5 meters above the identified working area (3) or the identified loading area and, if there is at least one such measurement point, to issue a person-probable signal; and
 - the system comprises a safety device which is adapted to slow down or stop the crane movement when the person-probable signal is issued.
2. Container-loading system according to claim 1 or 2, **characterized in that** close to a border or a corner of the working area (3) a person presence zone (13) is marked on the working area (3) and that the safety device is adapted to permit crane movements only when a person-probable signal is emitted for the person presence zone (13) but not for the rest of the working area (3).
3. Container-loading system according to claim 1 or 2, **characterized in that** the working area (3) is divided into a plurality of zones, namely at least an inner zone (14) comprising at least the loading position (4) and an outer zone (15) extending around and adjoining the inner zone (14); **in that** the person detection unit is adapted to cause the laser scanner(s) (10) to perform a plurality of successive scans during a container loading operation and, if at least one measuring point lying more than 0.5 meters above the identified working area (3) or the identified loading area is determined, the location of which in the cloud of measurement points varies over time, to issue a moving-person-probable signal; and **in that** the safety device is adapted to decide whether the crane movement is to be slowed down or stopped depending on which of the two types of signals is issued for which of the two zones (14, 15).
4. Container-loading system according to claim 3, **characterized in that** the person detection unit is

adapted to dynamically vary the location and size of the zones (11, 12) into which the working area (3) is divided during operation of the system and, in particular, to adapt them to the location and direction of movement of a container (9) which is being loaded.

5. Container-loading system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the laser scanners (10) are attached to the container crane (10) or to pillars or poles standing firmly on the ground (2).
6. Method for monitoring operation within a working area (3) on a ground (2) below a container crane (10), wherein from a height above the ground (2) which exceeds a multiple of the height of an ISO container (9), during a container loading, depositing or lifting operation, one or more 3D laser scanners (10) are caused to scan the working area (3) from above in three dimensions in order to obtain a cloud of measurement points,
characterized by the following method steps:
- causing the laser scanner(s) (10) to scan the working area (3) with a fan of diverging planes of light beams or a fan of diverging individual light beams simultaneously in a plurality of mutually spaced planes or lines in order to obtain the cloud of measurement points, wherein the planes or lines at the level of the working area (3) are spaced from one another by a distance which is dimensioned such that a person standing on the working area (3) is struck by at least one plane of light beams or at least one of the individual light beams (S1), and which distance is greater than 10 and less than 30 centimeters in at least one direction on the ground (2);
 - identifying (S2) the working area (3) in the obtained cloud of measurement points,
 - determining (S3) whether there is at least one measuring point in the cloud of measurement points which is typical for a person (16) standing on the identified working area (3) and is located more than 0.5 meters above the identified working area (3) or the identified loading surface, and
 - if there is such a measuring point, slowing down or stopping the crane movement (S4).
7. Method according to claim 6, **characterized in that** crane movements are not slowed down or stopped but permitted if one or more measuring points, which are typical of a person standing in the identified working area (3), are determined for a predefined region at the border of the working area (3), but not for a central region of the working area (3).
8. Method according to claim 6 or 7, **characterized in that** a plurality of zones are defined within the work-

ing area (3), namely at least one inner zone (14) below a container (9) suspended from a crane and an outer zone (15) extending around and adjoining the inner zone (14), wherein

- crane movements are only permitted if one or more measuring points, which are typical of a person standing in the identified working area (3), are not determined in the inner zone (14) or the outer zone (15);
- crane movements are slowed down if one or more measuring points, which are typical of a person standing in the identified working area (3), are determined in the outer zone (15) and not in the inner zone (14); and
- crane movements are stopped when one or more measuring points, which are typical of a person standing in the identified working area (3), are determined in the inner zone (14).

9. Method according to one of claims 6 to 8, **characterized in that** the location and size of the inner and outer zones (14, 15) are varied in dependence on the location and direction of movement of a container (9) which is being loaded.

10. Method according to one of claims 6 to 9, **characterized in that** it is additionally determined whether there are at least one or more measurement point(s) in the cloud of measurement points which are typical of a foreign object, wherein a distinction is being made between detected persons and foreign objects on the basis of size and movement.

11. Method according to one of claims 6 to 9, **characterized in that** it is additionally determined whether there is/are at least one or more measurement points in the cloud of measurement points which is/are typical of a truck (5) and in particular of its driver's cab (5b) and whose locations in the cloud of measurement points vary over time; and **in that** crane movements are also stopped if it is detected in the aforementioned manner that the truck (5) is moving during a container setting down or lifting operation.

12. Method according to any one of claims 6 to 11, **characterized in that** it is performed in a container-loading system according to any one of claims 1 to 5.

13. Loading system according to any of claims 1 to 2 or method according to any one of claims 6 to 11, **characterized in that** the or each of the laser scanner(s) (10) is a 3D multilayer scanner.

14. Loading system according to any of claims 1 to 5 or method according to any one of claims 6 to 11, **characterized in that** the or each of the laser scanner(s) (10) is a 3D array scanner or a flash LiDAR device.

15. Container-loading system according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** it is adapted to perform the method according to one of claims 6 to 11.

5

Revendications

1. Système de chargement de conteneurs comprenant un pont gerbeur de conteneurs (10) et une surface de travail (3) accessible aux personnes et disposée sur un sol (2) situé au-dessous du pont gerbeur de conteneurs (10), au moins une position de chargement allongée (4) destinée à un véhicule de transport routier de conteneurs (5) étant marquée sur la surface de travail (3) et un ou plusieurs scanners laser 3D (10), qui sont conçus pour détecter le véhicule de transport routier (5) et la surface de travail (3) à scanner depuis le haut dans trois dimensions, étant montés à une hauteur au-dessus du sol (2) qui est supérieure à un multiple de la hauteur d'un conteneur ISO (9), le système comportant une unité de reconnaissance de personne qui est conçue pour que le ou les scanners laser (10) effectuent au moins un balayage pendant un processus de chargement de conteneur afin d'obtenir un nuage de points de mesure, **caractérisé en ce que**

- un ou plusieurs des scanners laser (10) sont d'un type qui est conçu pour balayer la surface de travail (3) avec un éventail de plans divergents de faisceaux lumineux ou un éventail de faisceaux lumineux individuels divergents simultanément dans plusieurs plans ou lignes espacés les uns des autres afin d'obtenir le nuage de points de mesure, les plans ou lignes à hauteur de la surface de travail (3) étant à une distance les uns des autres qui est supérieure à 10 et inférieure à 30 centimètres dans au moins une direction sur le sol (2) ;

- l'unité de reconnaissance de personne est conçue pour identifier dans le nuage de points de mesure obtenu la surface de travail (3) et la surface de chargement du véhicule de transport routier (5), déterminer s'il existe, dans le nuage de points de mesure, au moins un point de mesure à plus de 0,5 mètre au-dessus de la surface de travail identifiée (3) ou de la surface de chargement identifiée et, si au moins un tel point de mesure existe, délivrer un signal de personne probable ; et

- le système comporte un dispositif de sécurité qui est conçu pour ralentir ou arrêter le mouvement du pont lorsque le signal de personne probable est délivré.

2. Système de chargement de conteneurs selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une zone de séjour de personne (13) est marquée sur la sur-

face de travail (3) à proximité d'un bord ou d'un coin de la surface de travail (3) et **en ce que** le dispositif de sécurité est conçu pour que les mouvements du pont ne soient autorisés que si un signal de personne probable est délivré pour la zone de séjour de personne (13) mais pas pour le reste de la surface de travail (3).

3. Système de chargement de conteneurs selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface de travail (3) est divisée en plusieurs zones, à savoir au moins une zone intérieure (14), qui comprend au moins la position de chargement (4), et une zone extérieure (15) qui s'étend autour de la zone intérieure (14) et est adjacente à celle-ci ; **en ce que** l'unité de reconnaissance de personne est conçue pour que le ou les scanners laser (10) effectuent plusieurs balayages consécutifs au cours d'un processus de chargement de conteneur et, si au moins un point de mesure est déterminé à plus de 0,5 mètre au-dessus de la surface de travail identifiée (3) ou de la zone de chargement identifiée, dont l'emplacement dans le nuage de points de mesure varie dans le temps, pour délivrer un signal de personne en mouvement probable ; et **en ce que** le dispositif de sécurité est conçu pour décider si le mouvement du pont doit être ralenti ou arrêté selon celle des deux zones (14, 15) concernée par celui des deux types de signaux qui a été délivré.
4. Système de chargement de conteneurs selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'unité de reconnaissance de personne est conçue pour modifier dynamiquement, pendant le fonctionnement du système, l'emplacement et la dimension des zones (11, 12) en lesquelles la surface de travail (3) est divisée, et en particulier pour les adapter à l'emplacement et à la direction de déplacement d'un conteneur (9) qui vient d'être chargé.
5. Système de chargement de conteneurs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les scanners laser (10) sont fixés au pont gerbeur de conteneurs (10) ou à des piliers ou mâts fixés au sol (2).
6. Procédé de surveillance du fonctionnement d'une surface de travail (3) sur un sol (2) situé au-dessous d'un pont gerbeur de conteneurs (10), un ou plusieurs scanners laser 3D (10) balayant la surface de travail (3) depuis le haut dans trois dimensions à partir d'une hauteur au-dessus du sol (2) qui est supérieure à un multiple de la hauteur d'un conteneur ISO (9) pendant un processus de chargement, de dépose ou de levage de conteneur afin d'obtenir un nuage de points de mesure, **caractérisé par** les étapes de procédé suivantes :

- laisser le ou les scanners laser (10) balayer la surface de travail (3) avec un éventail de plans divergents de faisceaux lumineux ou un éventail de faisceaux lumineux individuels divergents simultanément dans plusieurs plans ou lignes espacés les uns des autres afin d'obtenir le nuage de points de mesure, les plans ou lignes à hauteur de la surface de travail (3) étant à une distance les uns des autres qui est dimensionnée de façon qu'une personne située sur la surface de travail (3) soit frappée (S1) par au moins un plan de rayons lumineux ou au moins un des rayons lumineux individuels, et qui est supérieure à 10 et inférieure à 30 centimètres dans au moins une direction vers le sol (2),
 - identifier (S2) la surface de travail (3) dans le nuage de points de mesure obtenu,
 - déterminer s'il existe, dans le nuage de points de mesure, au moins un point de mesure qui est typique (S3) d'une personne (16) située sur la surface de travail identifiée (3) et qui se trouve à plus de 0,5 mètre au-dessus de la surface de travail identifiée (3) ou de la zone de chargement identifiée, et
 - si un tel point de mesure existe, ralentir ou arrêter (S4) le mouvement du pont.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les mouvements du pont ne sont ni ralentis ni arrêtés, mais sont autorisés si un ou plusieurs points de mesure, typiques d'une personne se tenant sur la surface de travail identifiée (3), sont déterminés pour une zone prédéterminée au bord de la surface de travail (3), mais pas pour une zone centrale de la surface de travail (3).
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** plusieurs zones sont définies à l'intérieur de la surface de travail (3), à savoir au moins une zone intérieure (14) située au-dessous d'un conteneur (9) accroché au pont et une zone extérieure (15), qui s'étend autour de la zone intérieure (14) et qui est adjacente à celle-ci,
 - des mouvements du pont n'étant autorisés que si un ou plusieurs points de mesure, typiques d'une personne se tenant sur la surface de travail identifiée, (3) ne sont pas déterminés dans la zone intérieure (14) ou dans la zone extérieure (15) ;
 - des mouvements du pont étant ralentis si un ou plusieurs points de mesure, typiques d'une personne se tenant sur la surface de travail identifiée (3), sont déterminés dans la zone extérieure (15) et pas dans la zone intérieure (14) ; et
 - des mouvements du pont étant arrêtés lorsqu'un ou plusieurs points de mesure, typiques d'une personne se tenant sur la surface de tra-

vail identifiée (3), sont déterminés dans la zone intérieure (14).

9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** l'emplacement et la dimension des zones intérieure et extérieure (14, 15) sont modifiés en fonction de l'emplacement et de la direction de déplacement d'un conteneur (9) qui vient d'être chargé. 5
10
10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce qu'il** est en outre déterminé s'il existe dans le nuage de points de mesure au moins un ou plusieurs points de mesure typiques d'un objet étranger, une distinction étant faite entre les personnes reconnues et des objets étrangers en fonction de leur taille et de leur déplacement. 15
11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce qu'il** est en outre déterminé s'il existe dans le nuage de points de mesure au moins un ou plusieurs points de mesure qui sont typiques d'un camion (5) et en particulier de sa cabine de conduite (5b) et dont les emplacements dans le nuage de points de mesure varient dans le temps ; et **en ce que** les mouvements du pont sont également arrêtés s'il est détecté de la manière susmentionnée que le camion (5) se déplace pendant un processus d'abaissement ou de levage de conteneur. 20
25
30
12. Procédé selon l'une des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce qu'il** est mis en oeuvre dans un système de chargement de conteneurs selon l'une des revendications 1 à 5. 35
13. Système de chargement selon l'une des revendications 1 à 5 ou procédé selon l'une des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce que** le scanner laser ou chacun des scanners laser (10) est un scanner 3D multicouche. 40
14. Système de chargement selon l'une des revendications 1 à 5 ou procédé selon l'une des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce que** le scanner laser ou chacun des scanners laser (10) est un scanner matriciel 3D ou un dispositif flash LiDAR. 45
15. Système de chargement de conteneurs selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** est conçu pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 6 à 11. 50

55

Fig. 1

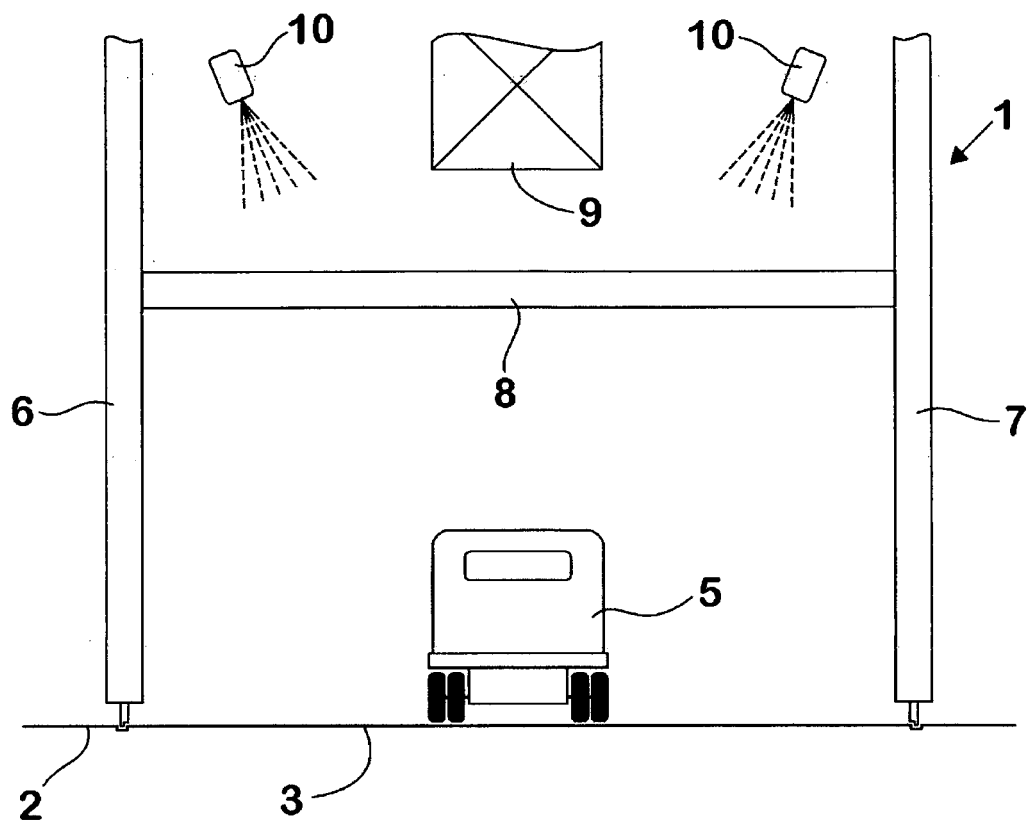


Fig. 2

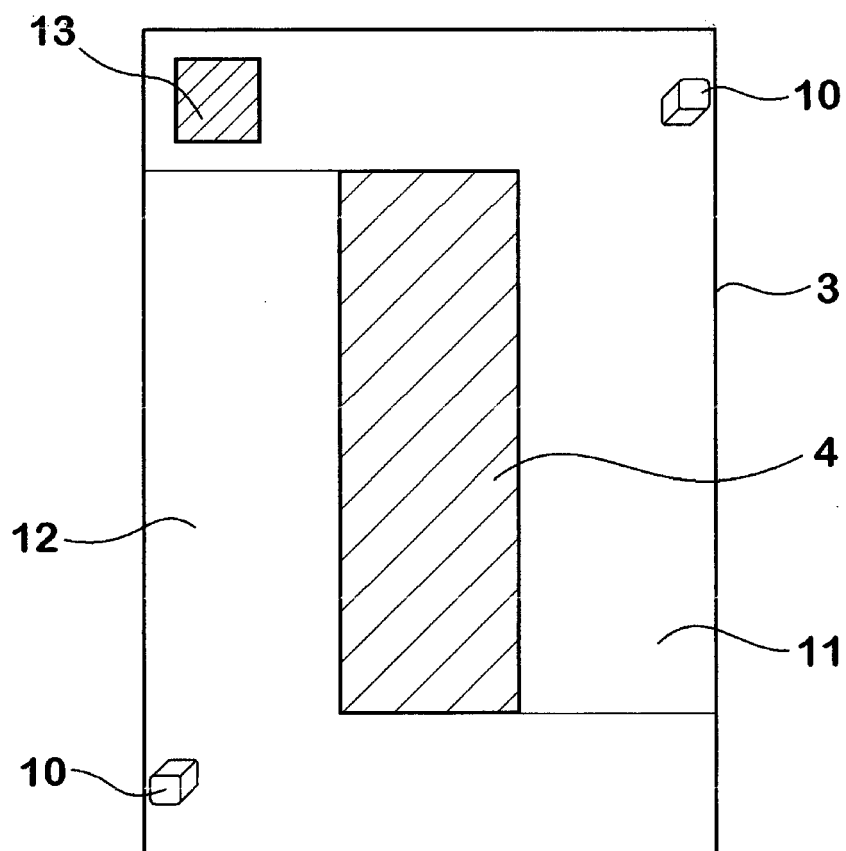


Fig. 3

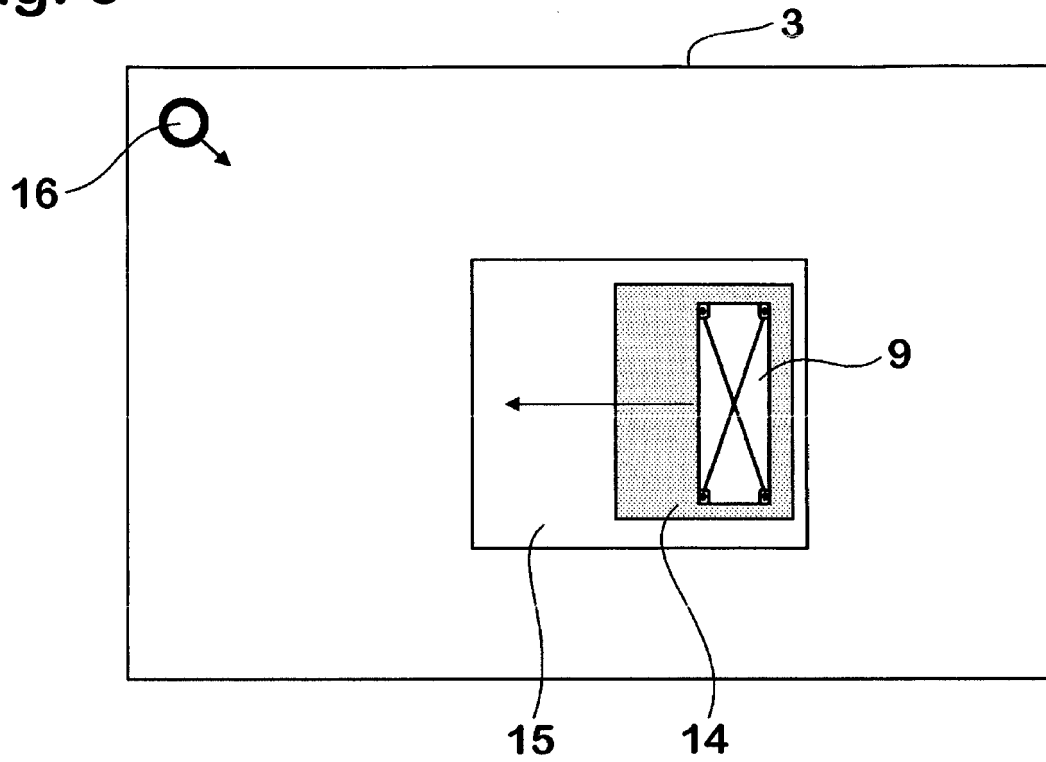
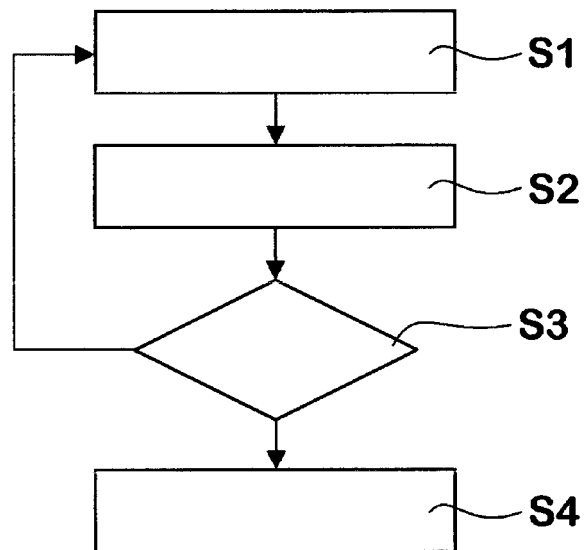


Fig. 4



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 102006044187 A1 [0006]
- EP 2724972 B1 [0007]
- EP 2983030 A2 [0017]