



(10) **AT 504557 B1 2015-09-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1835/2007
(22) Anmeldetag: 14.11.2007
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2015

(51) Int. Cl.: **G05D 1/02** (2006.01)
G01C 21/04 (2006.01)
B66C 13/18 (2006.01)
B65G 1/04 (2006.01)

(30) Priorität:
16.11.2006 DE 102006054083 beansprucht.

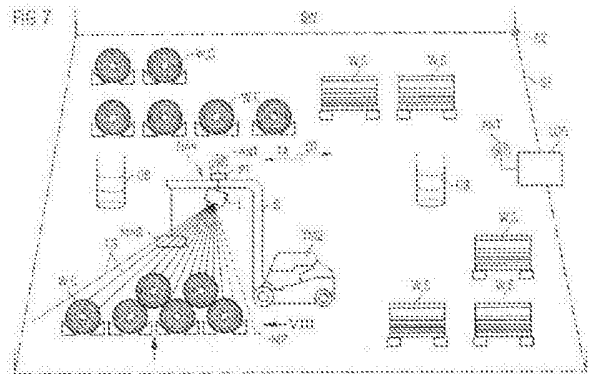
(56) Entgegenhaltungen:
EP 1116684 A1
EP 0985630 A1
DE 4005066 A1
DE 10233872 A1
DE 102004001198 A1
WO 0214203 A1

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 MÜNCHEN (DE)

(74) Vertreter:
PEHAM A. DIPL.ING.
1210 WIEN (AT)

(54) VERFAHREN ZUM NAVIGIEREN EINES TRANSPORTMITTELS FÜR WAREN

(57) Zum Navigieren eines Transportmittels (TM1-TM3) für Waren (W) zu einer vorgebbaren Zielposition (ZP) zumindest innerhalb einer für die Waren (W) vorgesehenen Stellfläche (SF) wird mittels einer Messeinrichtung (L) ein Umgebungsprofil gemessen. Das Umgebungsprofil wird zur Identifizierung des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) sowie zur Ermittlung je einer Position (PT, P1-P9) des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) in Bezug auf die Stellfläche (SF) mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Es wird die vorgebbare Zielposition (ZP) in dem Umgebungsprofil abgebildet. Es wird eine Fahrroute (FR) des Transportmittels (TM1-TM3) zur Zielposition (ZP) auf Basis der jeweils ermittelten Positionen (PT, P1-P9) des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) ausgegeben.



AT 504557 B1 2015-09-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Navigieren eines Transportmittels für Waren zu einer vorgebbaren Zielposition zumindest innerhalb einer für die Waren vorgesehenen Stellfläche.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein dazu korrespondierendes Navigationssystem.

[0003] Darüber hinaus betrifft die Erfindung Anwendungen und Verwendungen des Verfahrens in einem Lager sowie in der Lagerlogistik, insbesondere zur logistischen Verfolgung der transportierten Waren.

[0004] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Computerprogramm zur Durchführung der Verfahren sowie ein Datenspeichermedium mit einem in maschinenlesbarer Form gespeicherten Computerprogramm zur Durchführung der Verfahren.

[0005] Bei den Waren handelt es sich insbesondere um Waren- oder Lagergut, wie z.B. um Bleche, Platten, Glasscheiben, Bretter, Paneele oder dergleichen. Derartige Waren werden auch als Tafelgut oder Tafelware bezeichnet. Sie können beispielsweise zu einem Stapel aufgestapelt sein. Typischerweise, aber nicht notwendigerweise, weisen die Waren eine gleiche Dicke je Stapel auf. Je nach Stapelhöhe und Dicke eines Objekts kann ein derartiger Stapel bis zu mehreren Hundert solcher Objekte aufweisen.

[0006] Im Rahmen der Erfindung werden besonders Halbzeugwaren aus Metall betrachtet. Bei solchen Halbzeugwaren, wie z.B. aus Stahl, Aluminium oder Kupfer, handelt es sich vorzugsweise um Brammen, Knüppel, Platten oder sogenannte Coils. Brammen weisen typischerweise eine Breite auf, die ein Mehrfaches ihrer Dicke beträgt. Die Länge einer Bramme liegt typischerweise im Meterbereich, die Breite im Bereich zwischen 30 cm und 2 m, ihre Dicke im unteren Zentimeterbereich, z.B. bei 20 cm.

[0007] Knüppel weisen typischerweise einen quadratischen Querschnitt auf. Sie werden wie die Brammen durch Gießen hergestellt. Auf einer Rolle aufgewickeltes Blech, wie z.B. Stahlblech, wird in der Fachsprache als Coil, das heißt als Rolle, bezeichnet.

[0008] Die zuvor beschriebenen Waren finden sich z.B. in einem Lager. Sie können sich alternativ in einer Fabrik, in einer Fertigungs- oder Automatisierungseinrichtung oder in einer Anlage befinden. Das Lager dient vorzugsweise zur Zwischenlagerung der Waren. Bei dem Lager kann es sich auch um ein Großlager oder um ein Umschlaglager handeln, welches seinerseits Waren, insbesondere die Halbzeugwaren, aus verschiedenen Werken bezieht. Das Lager kann weiterhin zur Belieferung anderer Lager dienen.

[0009] Das Lager kann sich z.B. in einer Halle, auf einem Freigelände oder auf einem Verkehrsmittel, wie z.B. auf einem Containerschiff, befinden. Es kann eine Vielzahl von Waren bzw. Lagerwaren direkt auf einer Stellfläche, wie z.B. auf einem Lagerhallenboden, oder auf einer sonstigen, vorzugsweise ebenen Fläche abgestellt sein. Die Waren können auf einer Palette, wie z.B. auf einer Euro-Palette, abgestellt bzw. gestapelt sein.

[0010] Die Waren können mittels eines Transportmittels, wie z.B. mittels eines Staplers, eines Krans oder einer Krankatze, bewegt werden. Es können mehrere Transportmittel zum Transport der Waren im Lager vorgesehen sein. Es kann auch nur ein Teil der gestapelten Waren mittels eines Transportmittels transportiert werden.

[0011] Handelt es sich bei den Waren um gestapelte Waren, so erfolgt eine Warenentnahme aus dem Stapel üblicherweise von der Oberseite her. Im Falle von magnetisierbarer Ware, wie z.B. von magnetisierbarer Tafelware aus Eisen oder Stahl, können diese mittels eines Elektromagneten angehoben und weiter befördert werden. Der Elektromagnet kann beispielsweise an einem Stapler, an einem Kran oder an einer Krankatze befestigt sein.

[0012] Die Waren können alternativ z.B. mittels eines Saughebers angehoben werden. Dies ist z.B. bei Platten oder bei Glasscheiben mit einer glatten oder polierten Oberfläche von Vorteil.

[0013] Im Rahmen der Lagerverwaltung ist die Kenntnis der aktuellen Anzahl von Waren sowie ihre jeweilige Position innerhalb der Stellfläche der Waren unerlässlich. Zur Lagerverwaltung kann ein rechnergestütztes Logistiksystem mit einer geeigneten Logistiksoftware vorhanden sein. Mittels eines derartigen Systems kann der aktuelle Lagerbestand verwaltet werden. Dies ist insbesondere bei modernen, vollautomatisierten oder zumindest teilautomatisierten Lagern der Fall.

[0014] Bei bekannten Lagerverwaltungssystemen wird ein Transportauftrag an ein jeweiliges Transportmittel bzw. an den Fahrer des Transportmittels weitergeleitet. Im einfachsten Fall ist der Transportauftrag ein Papierformular, welches einem Fahrer des Transportmittels übergeben wird. Handelt es sich um ein fahrerloses Transportmittel, so kann der Transportauftrag an ein Navigationsgerät übertragen werden, welches eine Fahrroute für das Transportmittel von dessen aktueller Position zur Zielposition rechnerisch ermittelt. Das Navigationsgerät kann ein eigenständiges System sein. Es kann alternativ Teil des Logistiksystems sein.

[0015] Das Navigationsgerät gibt entsprechende Fahrbefehle vorzugsweise über eine Funkdatenverbindung an eine automatische Fahrzeugsteuerung des Transportmittels aus. Die Fahrzeugsteuerung setzt die Fahrbefehle in eine Fahrbewegung um. Die Fahrbefehle können z.B. ein Vorwärtsfahrbefehl, ein Rückwärtsfahrbefehl, ein Haltebefehl oder Lenkbefehle nach links oder nach rechts sein. Über die Funkdatenverbindung können darüber hinaus weitere Befehle übertragen werden, wie z.B. Befehle zum Laden oder Entladen der Ware. Über einen Rückkanal der Funkdatenverbindung können entsprechende Quittierungen nach Ausführung des Transportauftrags und gegebenenfalls Quittierungen der jeweiligen Fahrbefehle übertragen werden.

[0016] Ohne Kenntnis der aktuellen Position des Transportmittels ist jedoch kein ausreichend genaues Navigieren des Transportmittels möglich.

[0017] Aus dem Stand der Technik sind Navigationssysteme bekannt, die auf ein in einem Lager installiertes Positionierungssystem gestützt sind. Ein derartiges Positionierungssystem, wie z.B. ein sogenanntes LPR-System (für Local Positioning Radar), weist eine Basisstation sowie eine Vielzahl von Transpondern auf, die entlang einer Hallenwand des Lagers angebracht sind. Die Basisstation ist an dem Transportmittel angebracht. Durch gegenseitige Übertragung von Funksignalen zwischen der Basisstation und den Transpondern kann die Position von sich bewegenden Objekten, das heißt des Transportmittels, ermittelt werden.

[0018] Mit einem derartigen Positionierungssystem ist eine hohe Ortsauflösung möglich. Ein genaues Anfahren der Zielposition, so dass die zu transportierende Ware exakt abgestellt oder aufgenommen werden kann, ist damit allerdings nicht möglich.

[0019] Zur Behebung dieses Problems ist ein kombiniertes Navigationssystem aus dem Stand der Technik bekannt. Ein solches Navigationssystem weist zwei Messsysteme auf. Das erste Messsystem ist das zuvor beschriebene LPR-System. Das zweite Messsystem ist eine Messeinrichtung. Sie ermittelt neben der Position der anzufahrenden Ware zugleich das Profil, insbesondere die Abmessungen der Ware. Durch vektorielle Addition der Positionsmesswerte des ersten Messsystems mit den Messwerten des zweiten Messsystems können dann die genaue Position der Ware sowie das Profil bzw. die Abmessungen ermittelt werden.

[0020] Eine derartige Messeinrichtung ist z.B. der 360° Laserscanner vom Typ ELD L A der Fa. LASE. Zur Vermessung wird die Umgebung mit einem Infrarot-Laserstrahl abgetastet. Der Laserscanner sendet extrem kurze Lichtimpulse aus, misst die Laufzeit der Impulse zum Objekt und zurück und berechnet daraus die Entfernung zum Objekt. Weiterhin ermittelt der Laserscanner den jeweiligen Winkel, unter dem die Lichtimpulse ausgesendet werden. Mittels eines derartigen Laserscanners kann 10- oder 20-mal pro Sekunde ein Profilbild der Umgebung einschließlich aller Objekte innerhalb einer Reichweite von bis zu 100 m erzeugt werden.

[0021] Bei dem rotierenden Laserscanner der Fa. LASE erfolgt die Vermessung einer zu vermessenden Oberfläche mittels eines ein- oder zweidimensionalen Punktrasters. Jeweils ein Punkt des Punktrasters entspricht einem Messpunkt, zu welchem je eine einzelne Abstands-

messung durchgeführt wird. Der Abstand der jeweiligen Messpunkte des Punktrasters zueinander ist zum einen abhängig vom Abstand des Laserscanners zur zu vermessenden Oberfläche sowie zum anderen abhängig von einem Winkelwert je Messung. Bei dem Laserscanner der Fa. LASE ist der Winkelwert auf einen Wert von $0,25^\circ$ oder $0,125^\circ$ einstellbar.

[0022] Nachteilig bei dem zuvor kombinierten Navigationssystem ist der komplexe Aufbau, bedingt durch die vielen Transponder, die an den Seitenwänden des Lagers anzubringen sind. Besteht die Lagerware insbesondere aus metallischer Ware, so können Funksignalstörungen aufgrund von Reflexionen an den metallischen Flächen der Waren die Folge sein. Unter Umständen ist eine Positionsbestimmung des Transportmittels fehlerhaft oder zeitweise nicht möglich.

[0023] Ein weiterer Nachteil ist, dass sich die Gesamtmessgenauigkeit durch die Addition der jeweiligen Positionsmesswerte des Navigationssystems verringert.

[0024] Aus der DE 102 34 730 A1 ist ein Verfahren zur Positionsbestimmung eines Transportfahrzeugs bekannt. Bei diesem Verfahren wird mittels einer Messeinrichtung, die am Transportfahrzeug angeordnet ist, die Umgebung des Transportfahrzeugs in einer zur Stellfläche parallelen (in der Regel horizontalen) Ebene abgetastet. Anhand des erfassten Umgebungsprofils wird durch Vergleich mit der bekannten Belegung der Stellfläche die Position des Transportfahrzeugs ermittelt.

[0025] Aus der EP 0 367 528 B1 ist bekannt, Fahrtrouten für automatisch gelenkte Fahrzeuge zu ermitteln und die Fahrzeuge entsprechend anzusteuern. Die Positionserfassung der Fahrzeuge erfolgt hierbei mittels Kameras. Nähere Details sind der EP 0 367 528 B1 nicht zu entnehmen.

[0026] Aus der DE 10 2004 001 198 A1 ist ein Transportfahrzeug bekannt, das sich in einem Lager bewegt und an dem ein Bildsensor angeordnet ist. Der Bildsensor erfasst ein Bild, dessen Bildebene im Wesentlichen vertikal orientiert ist. Die erfassten Bilder werden zum Aktualisieren des Lagerbestandes ausgewertet.

[0027] Aus der US 4,882,694 A ist eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines Fahrzeugs bekannt. Die Vorrichtung weist eine Anzahl von Kameras auf, mittels derer eine Position des Fahrzeugs innerhalb eines Erfassungsbereichs der Kameras ermittelt wird. Die Vorrichtung gibt Steuerbefehle an das Fahrzeug aus, auf Grund derer das Fahrzeug entsprechend verfahren wird.

[0028] Aus der DE 100 39 629 A1 ist ein Verfahren zum automatischen Be- und Entladen von Transporteinheiten (beispielsweise Lastkraftwagen oder Eisenbahnwaggons) bekannt. Mittels eines oberhalb des Umschlagortes angeordneten Laserscanners werden umzuschlagende Güter und die Transporteinheiten dreidimensional in Lage, Abmessungen und Aufbau erfasst. Anhand der erfassten Größen wird eine Entnahmeeinrichtung derart angesteuert, dass sie die Güter korrekt umschlägt.

[0029] Die EP 1 116 684 beschreibt ein Lasttransportsystem, insbesondere für Container, mit einem Kran, einem PC mit Zielansteuerungsprogramm und einer Sensorik zur Lastpositionserfassung sowie einem Zielvorgabegerät beispielsweise einem Touchscreen.

[0030] Aus der EP 0 985 630 A1 ist ein Verfahren zum Be- und Entladen von Containern zwischen einem Kai und einem am Kai liegenden Schiff mittels eines Kaikrans bekannt, bei dem über eine an einer Laufkatze angeordnete Meßeinrichtung die unter dieser befindliche Kai- und Schiffsoberflächenkontur sowie die Containerbeladung des Schiffes in drei Koordinatenrichtungen vermessen wird, diese Meßwerte in einer Rechneinheit gespeichert und aus ihnen Ausgangsdaten in Form eines Profils errechnet werden, das für eine automatische Bewegungssteuerung der Kranlast, insbesondere für die Steuerung des Laufkatzenweges und der Kranhakenlänge, verwendet wird. Die Position der Laufkatze wird dabei von einem Weggeber erfasst, der unabhängig und zusätzlich zu der für die Bestimmung der Oberflächenkontur vorgesehenen Lasermeßeinrichtung vorgesehen ist.

[0031] Die DE4005066 A1 offenbart ein Verfahren zum Steuern des Be- und Entladens eines

Container-Fahrzeuges mittels eines Spreaders, wobei ein Vertikal-Entfernungsmesser den Abstand von der sich lotrecht darunter befindlichen Oberfläche erfaßt und entsprechende Signale abgibt, und aus den genannten Signalen ermittelt wird, welcher Containertyp sich unter dem Spreader befindet. Die Erfassung des Orts des Kranauslegers in Längsrichtung und des Orts der Laufkatze in Querrichtung erfolgt durch Wegaufnehmer.

[0032] Die DE10233872A1 offenbart ein Verfahren zum Betrieb eines Containerkrans mit einer verfahrbaren Katze mit höhenbewegbarem Container-Spreader, mit welchem Kran Container auf ein oder von einem Transportmittel, insbesondere einem Schiff, geladen werden können, wobei die Katze mit oder ohne aufgenommenem Container in zumindest halbautomatischem Betrieb bezüglich des Transportmittels verfahrbar und bezüglich einer auswählbaren Transportmittelposition positionierbar ist, wobei der halbautomatische Fahrbetrieb unter Berücksichtigung von vor oder während des Ladebetriebs aufgenommenen, ein Maß für die weg und/oder ladepositionsbezogene Höhe von auf dem Transportmittel befindlichen Hindernissen und/oder Zielpositionen auf dem Transportmittel darstellenden Daten erfolgt.

[0033] Die W02002/014203 beschreibt ein Verfahren zur automatischen Be- und Entladung von Transporteinheiten, insbesondere von Einheiten zum Transportieren von Gütern, vorzugsweise von Metallerzeugnissen in gewickelter Blechform, sogenannten Coils. Dies wird nach der Lehre dieser Schrift dadurch erreicht, dass die zu transportierenden Güter und die Transporteinheit unabhängig von ihrem jeweiligen Standort mittels eines an sich bekannten, beweglich angeordneten Laserscanners, vorzugsweise von oben, in ihrer Lage, ihren Abmessungen und ihrem Aufbau dreidimensional kartografisch erfasst, die gewonnenen Daten einer zentralen Steuereinheit übermittelt, dort mit den über einen Transponder und eine Leseinheit gewonnenen spezifischen Daten der Transporteinheit verglichen und abgeglichen sowie an eine Entnahmeeinheit weitergeleitet werden, durch welche die Güter entnommen und ohne die Notwendigkeit des Einschaltens einer zusätzlichen Versandebene direkt zur Transporteinheit befördert sowie dort an exakt vorbestimmter Stelle abgesetzt werden, wobei am Bestimmungsort der Entladeprozess in gleicher Art und Weise realisiert wird.

[0034] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, vereinfachte Verfahren zum Navigieren eines Transportmittels anzugeben.

[0035] Es ist eine weitere Aufgabe, ein dazu korrespondierendes Navigationssystem anzugeben.

[0036] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, geeignete Anwendungen und Verwendungen der Verfahren bzw. des Navigationssystems in einem Lager sowie in der Lagerlogistik zur Verfolgung der zu transportierenden Waren anzugeben.

[0037] Schließlich ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Computerprogramm zur Durchführung der Verfahren sowie ein Datenspeichermedium mit einem in maschinenlesbarer Form gespeicherten Computerprogramm zur Durchführung der Verfahren anzugeben.

[0038] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen genannt.

[0039] Erfindungsgemäß wird mittels einer oberhalb der Waren und des Transportmittels angeordneten Messeinrichtung ein sich über die Stellfläche in zwei Dimensionen erstreckendes Höhenprofil gemessen. Das Höhenprofil wird zur Identifizierung des Transportmittels und der Waren sowie zur Ermittlung je einer Position des Transportmittels und der Waren in Bezug auf die Stellfläche mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Die vorgebbare Zielposition wird in dem Höhenprofil abgebildet. Es wird eine Fahrroute des Transportmittels zur Zielposition auf Basis der jeweils ermittelten Positionen des Transportmittels und der Waren ausgegeben.

[0040] Der große Vorteil ist, dass die Position einer jeweiligen Ware sowie des Transportmittels mit nur einer einzigen Messeinrichtung automatisch bestimmt werden können. Auf Basis der ermittelten jeweiligen Position kann das Transportmittel zur vorgegebenen Zielposition navigiert werden.

[0041] Dadurch kann vorteilhaft auf das aufwändige und teure lokale Positionierungssystem (LPR) mit seiner Vielzahl von Transpondern verzichtet werden.

[0042] Da das Messsystem oberhalb der zu vermessenden Waren und des zu vermessenden Transportmittels angebracht ist, ist von dieser „hohen Warte“ aus eine ungestörte messtechnische Erfassung der Waren und des Transportmittels möglich.

[0043] Die Höhe des Höhenprofils ist vorzugsweise auf die Flächennormale der Stellfläche für die Waren bezogen. Sie kann alternativ auf eine davon verschiedene vorgebbare Richtung bezogen sein. Das Höhenprofil ist aus einer Vielzahl von einzelnen Profilen zusammengesetzt, welche jeweils zu einer Ware, einer Warengruppe, wie z.B. einem Stapel, oder dem Transportmittel gehören. Als räumliche Abgrenzung eines einzelnen Profils innerhalb des Höhenprofils kann die Höhenlinie mit dem Höhenwert Null angesehen werden. Diese Höhennulllinie markiert den Übergang eines einzelnen Profils zu der nicht mit Waren belegten Stellfläche.

[0044] Eine Identifizierung der jeweiligen Ware innerhalb des Umgebungsprofils kann mittels eines an sich bekannten Mustererkennungsverfahrens erfolgen. Dies kann z.B. graphisch erfolgen, indem z.B. eine Hüllfläche oder ein Gitternetz eines zuvor gespeicherten oder gemessenen Vergleichsprofils mit einer interpolierten Hüllfläche eines innerhalb einer Höhennulllinie identifizierten graphischen Objekts verglichen wird. Zum graphischen Vergleich können beispielsweise Kreuzkorrelationsverfahren angewendet werden. Weicht ein Vergleichsprofil nur geringfügig, das heißt innerhalb zuvor festgelegter Grenzen, von dem zu vergleichenden Objekt ab, so kann dieses als identifiziert eingestuft werden.

[0045] Die Ermittlung einer jeweiligen Position im Höhenprofil in Bezug auf die Stellfläche kann mittels bekannter trigonometrischer Ableitungen aus zuvor festgelegten Referenzpunkten innerhalb der Stellfläche erfolgen. Die Referenzpunkte können z.B. Ecken oder Kanten einer Lagerhalle sein. Deren geometrische Lage zueinander kann als bekannt vorausgesetzt und gegebenenfalls ausgemessen werden. Zur Abbildung der Stellfläche im Höhenprofil können verschiedene Koordinatensysteme verwendet werden. Vorzugsweise ist dies ein kartesisches Koordinatensystem. Alternativ kann ein Kugelkoordinatensystem oder ein Zylinderkoordinatensystem verwendet werden. Letzteres ist beispielsweise in einem mehrstöckigen Lager mit konzentrischer Anordnung der Waren auf einer kreisförmigen Stellfläche vorteilhaft.

[0046] Zur Ermittlung einer jeweiligen Position einer identifizierten Ware oder des identifizierten Transportmittels kann eine geometrische signifikante Stelle der Ware, wie z.B. eine Ecke oder Kante, herangezogen werden. Im Falle einer Kante können hierzu die beiden zugehörigen Endpunkte ermittelt werden. Dadurch ist nicht nur eine genaue Positionsbestimmung der Ware, sondern auch eine Bestimmung deren Lage bzw. Ausrichtung auf der Stellfläche möglich. Mit „Lage“ ist eine Drehstellung der Ware bezüglich der Stellfläche bezeichnet. Die zugehörige Drehachse liegt insbesondere parallel zur Flächennormalen der Stellfläche. Vorzugsweise kann die geometrische Mitte zur Festlegung der Position der Ware ermittelt werden. Dies ist z.B. bei Tafelgut vorteilhaft, das jeweils eine Länge und Breite aufweist. Zusätzlich kann zur ermittelten geometrischen Mitte eine weitere signifikante Stelle, wie z.B. eine Ecke, zur Bestimmung der Lage der Ware auf der Stellfläche ermittelt werden.

[0047] Das Vergleichsprofil des Transportmittels bzw. einer Ware kann z.B. aus einem CAD-System exportiert werden. Es kann auch z.B. mittels einer Kamera ermittelt oder bei geometrisch einfachen Waren, wie z.B. bei Tafelgut, händisch vermessen werden.

[0048] Es kann alternativ oder zusätzlich eine Vielzahl von Vergleichsprofilen für eine Warengruppe ermittelt werden. Eine Warengruppe besteht beispielsweise aus mehreren nebeneinander und zugleich übereinander angeordneten Waren. Die jeweiligen Waren können in einer Reihe übereinander gestapelt sein, wie z.B. bei Brammen. Sie können auch auf Lücke, wie z.B. bei Coils oder Rollen, übereinander gestapelt sein. Die jeweiligen unterschiedlichen Stapelkombinationsmöglichkeiten können zum späteren möglichen Vergleich abgespeichert werden.

[0049] Gemäß einer Ausführungsform werden das jeweilige Vergleichsprofil des Transportmittels sowie der Waren im Rahmen einer Initialisierung des Höhenprofils ermittelt und gespeichert.

chert. Dies kann in vorteilhafter Weise mittels derselben Messeinrichtung erfolgen. Eine Initialisierung kann z.B. zu Beginn einer Arbeitsschicht, mit der Betriebsaufnahme eines Lagers, von Zeit zu Zeit, auf Grund einer Benutzereingabe oder bei Auftreten eines Fehlers erfolgen.

[0050] Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Position des Transportmittels im Höhenprofil aktualisiert, wenn eine Positionsänderung des Transportmittels festgestellt wurde. Dadurch kann die aktuelle Position des Transportmittels im Sinne einer Fahrzeugregelung nachverfolgt werden. Es kann vorteilhaft auf eine gesonderte Fahrregeleinrichtung im Transportmittel verzichtet werden.

[0051] Gemäß einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird ein sich über die Stellfläche in zwei Dimensionen erstreckendes Höhenprofil vorgegeben, welches aus Vergleichsprofilen der im Bereich der Stellfläche abgestellten Waren an einer jeweils zugehörigen Position gebildet wird. Das Transportmittel weist eine Messeinrichtung zur Ermittlung je eines sich über den Erfassungsbereich der Messeinrichtung erstreckenden Höhenprofils sowie eines daraus ableitbaren Abstandes der im Erfassungsbereich erfassten Waren auf. Das jeweilige erfasste Höhenprofil wird zur Identifizierung der Waren mit den zuvor im Höhenprofil der Stellfläche gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Es wird aus der jeweiligen Position einer identifizierten Ware und dem jeweiligen Abstand zur Messeinrichtung eine Position des Transportmittels im Höhenprofil der Stellfläche ermittelt. Es wird die vorgebbare Zielposition in dem Höhenprofil der Stellfläche abgebildet. Es wird eine Fahrroute von einer aktuellen Position des Transportmittels zur Zielposition auf Basis der jeweils ermittelten Positionen des Transportmittels und der Waren ausgegeben.

[0052] Der große Vorteil ist, dass die Position einer jeweiligen Ware sowie des Transportmittels selbst mit nur einer einzigen Messeinrichtung automatisch bestimmt werden kann. Auf Basis der ermittelten jeweiligen Position kann das Transportmittel zur vorgegebenen Zielposition navigiert werden. Dies erfolgt durch einen insbesondere fortlaufenden Vergleich des jeweiligen von der Messeinrichtung am Transportmittel erfassten Höhenprofils bzw. der erfassten Höhenprofile mit den zuvor im Höhenprofil der Stellfläche gespeicherten Vergleichsprofilen.

[0053] Dadurch kann weiterhin vorteilhaft auf das aufwändige und teure lokale Positionierungssystem mit seiner Vielzahl von Transpondern verzichtet werden.

[0054] Mit Höhenprofil ist insbesondere eine Vielzahl von vertikalen, zueinander parallelen Schnitten durch ein Objekt bzw. durch eine Ware gemeint. Ein derartiges Höhenprofil kann rechnerisch aus einer Vielzahl von erfassten Messwerten der Messeinrichtung, insbesondere von Abstandsmesswerten zu jeweils einem Messpunkt auf einer Oberseite der Ware, ermittelt werden.

[0055] Die Messeinrichtung ist vorzugsweise an einem oberen Ende des jeweiligen Transportmittels befestigt. Insbesondere ist sie schräg in Richtung zur bevorzugten Bewegungsrichtung des Transportmittels ausgerichtet. Dadurch ist eine Vermessung des Höhenprofils einer jeweiligen Ware möglich, sobald diese in den Erfassungsbereich der Messeinrichtung gerät. Die Vermessung kann sowohl im Stillstand des Transportmittels als auch während der Bewegung des Transportmittels erfolgen.

[0056] Gemäß einer Ausführungsform wird die Position des Transportmittels mittels einer auf den Abständen von der Messeinrichtung zu den identifizierten Waren basierenden Triangulationsmessung ermittelt. Dadurch ist eine exakte Positionsbestimmung möglich. Die Positionsmessung erfolgt, indem von der Messeinrichtung der jeweilige Winkel zu einer Ware bestimmt wird. Insbesondere erfolgt eine Abstandsmessung zu einem vorbestimmten signifikanten Punkt der Ware, dem eine Positionscoordinate in Bezug auf einen Bezugspunkt der Stellfläche, wie z.B. eine XY-Koordinate, zugewiesen worden ist. Dieser signifikante Punkt kann z.B. die geometrische Mitte eines Warenprofils sein. Aus der Messung zu zumindest zwei Waren kann dann die genaue Position des Transportmittels rechnerisch bestimmt werden.

[0057] Einer weiteren Ausführungsform zufolge werden das Vergleichsprofil und gegebenenfalls dessen zugehörige Position bei einer festgestellten Form- und/oder Positionsänderung des

Profils der jeweiligen Ware aktualisiert. Insbesondere wird eine Form- und/oder Positionsänderung fortlaufend durchgeführt.

[0058] Eine Aktualisierung kann z.B. durch eine Aufnahme einer neuen Ware aktualisiert werden. Sie kann dann erfolgen, wenn entsprechend einem Transportauftrag eine Form- und/oder Positionsänderung der Ware bzw. deren Profils zu erwarten ist. Dadurch können gemessene Profile immer mit aktuellen Vergleichsprofilen verglichen werden.

[0059] Nach einer weiteren Ausführungsform werden entsprechende Fahrbefehle zum Bewegen des Transportmittels entlang der Fahrroute ausgegeben. Die Fahrroute kann beispielsweise auf einer Anzeige innerhalb des Transportmittels ausgegeben werden. Ein Fahrer des Transportmittels kann anhand der gezeigten Strecke das Transportmittel führen. Es können auch wegabhängige Sprachkommandos als Fahrbefehle oder wegabhängige graphische aufbereitete Fahrbefehle an den Fahrer ausgegeben werden, wie dies z.B. bei aus dem Kraftfahrzeugbereich bekannten Navigationssystemen der Fall ist.

[0060] Alternativ kann die Fahrroute direkt an eine transportmittelseitige Steuereinheit übertragen werden. Dies ist z.B. bei einem fahrerlosen Transportmittel der Fall. Die Steuereinheit kann auf Basis der Fahrtroutendaten entsprechende Fahrbefehle, wie z.B. „links“, „rechts“, „vorwärts“, „rückwärts“ oder „stopp“, an einen Fahrmotor und an eine Lenksteuerung des Transportmittels ausgeben.

[0061] Im Besonderen werden gemäß einer weiteren Ausführungsform die Fahrbefehle in Abhängigkeit der aktualisierten Position des Transportmittels und/oder der Waren ausgegeben.

[0062] Dadurch kann eine auszugebende Fahrroute bei einer Veränderung der Position einer Ware angepasst werden. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn eine Ware umgeschichtet oder an einen anderen Lagerplatz gebracht wird. Unter Umständen wäre es sonst möglich, dass die Ware einer ursprünglich berechneten Fahrroute „im Wege“ steht.

[0063] Eine Formänderung kann beispielsweise von einer Entnahme eines Teils der Ware von einer Warengruppe herrühren. Z.B. kann ein oben liegendes Teil eines Warenstapels gemäß einem aktuellen Transportauftrag entnommen worden sein. Dadurch hat sich auch die Stapelhöhe des Stapels und in gewissem Maße dessen Form verändert. In diesem Fall wird dann das Vergleichsprofil aktualisiert oder ein für diesen Fall gespeichertes Vergleichsprofil verwendet.

[0064] Dadurch kann vorteilhaft eine fehlerhafte Entnahme durch das Logistiksystem festgestellt werden, wenn z.B. nach einem vermeintlich erfolgten Ausführen des Transportauftrags sich die Stapelhöhe und damit die Form der Ware nicht geändert hat.

[0065] Weiterhin kann z.B. eine Entwendung einer Ware, wie z.B. aufgrund eines Diebstahls, durch eine Form- und/oder Positionsveränderung der Ware festgestellt werden. Dies kann dann der Fall sein, wenn zu dieser Ware aktuell kein Transportauftrag an ein Transportmittel vorliegen sollte. In diesem Fall kann eine entsprechende Meldung automatisiert an eine Leitstelle oder an einen Betriebsbediensteten, wie z.B. an einen Dispatcher, des Lagers ausgegeben werden.

[0066] Einer weiteren Ausführungsform zufolge wird das Profil der jeweiligen Ware aus einer Vielzahl von Wareneinzelhöhen ermittelt, welche aus Abstandsmessungen von der Messeinrichtung zu einer Oberseite der jeweiligen Ware abgeleitet wird.

[0067] Das Profil ist vorzugsweise eine interpolierte Hüllkurve der zu den Messwerten bzw. Messpunkten gehörenden, auf die Stellfläche bezogenen Wareneinzelhöhen. Eine Einzelhöhe ist vorzugsweise der senkrechte Abstand von der Stellfläche zu einem zugehörigen Messpunkt auf der Oberseite der jeweiligen Ware. Messpunkte, die nicht mehr auf der Oberseite liegen, gehören nicht zum Profil. Derartige Messpunkte liegen insbesondere auf der Oberseite der Stellfläche. Ein Profil ist somit durch seine Höhennulllinie begrenzt. Diese Linie kann aus einer Vielzahl von Messpunkten interpoliert sein, die sich auf der Stellfläche liegen und gerade nicht mehr auf einer Oberseite oder auf einer Seitenfläche der Ware liegen.

[0068] Die Bestimmung einer Wareneinzelhöhe kann aus dem Abstand von der Messeinrichtung

tung zur Stellfläche abzüglich des Abstandes von der Messeinrichtung zu einem Messpunkt auf der Warenoberseite ermittelt werden. Üblicherweise kann der Abstand der Messeinrichtung zur Stellfläche als konstant angenommen werden. Die zuvor beschriebene Ermittlung führt dann zum richtigen Messergebnis, wenn die Abstandsmessung senkrecht von oben zu der Stapeloberseite erfolgt. Üblicherweise erfolgt die Abstandsmessung schräg zu der zu vermessenden Oberseite einer Ware. In diesem Fall kann die Einzelwarenhöhe in Kenntnis des Winkels, unter dem die Abstandsmessung zum Messpunkt auf der Warenoberfläche erfolgt, über eine trigonometrische Funktion, wie z.B. über eine Kosinus-Funktion, rechnerisch ermittelt werden.

[0069] Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden mittels der Messeinrichtung Referenzprofile von ortsfesten Objekten ermittelt, die sich im Bereich der Stellfläche befinden. Das Höhenprofil wird durch die Referenzprofile und durch deren zugehörige Positionen ergänzt. Dadurch wird die Genauigkeit der Bestimmung der Position und Lage von Profilen im Umgebungsprofil erhöht.

[0070] Als Referenzprofile können beispielsweise Pfeiler, Ecken oder Wände einer Lagerhalle herangezogen werden. Es können auch Objekte mit einer signifikanten geometrischen Form verwendet werden, welche eine eindeutige Bestimmung ihrer Koordinate erlauben. Dies kann z.B. ein Zylinder sein, welcher fest an der Stellfläche angebracht ist. Die Symmetrieachse des Zylinders ist vorzugsweise parallel zur Flächennormalen der Stellfläche ausgerichtet. Das Objekt kann zusätzlich derart ausgestaltet sein, dass neben einer eindeutigen Position auch dessen Lage, das heißt dessen Drehstellung in Bezug auf die Stellfläche, ermittelt werden kann. Ein solches Objekt kann beispielsweise ein Eckprofil sein.

[0071] Einer weiteren Ausführungsform zufolge werden den jeweiligen Vergleichs- und/oder Referenzprofilen Kennungen zugeordnet. Die Kennungen können in Relation zu einer zu transportierenden Ware gesetzt werden. So können einer Ware mehrere Kennungen zugewiesen werden, welche jeweils mögliche Vergleichsprofile der Ware beschreiben. Dadurch wird die Datenhaltung vereinfacht. Dies ist insbesondere in einem Lager mit einer Vielzahl von gleichen Waren vorteilhaft.

[0072] Im Besonderen handelt es sich bei den Waren um stapelbare Objekte. Sie können z.B. Halbzeuge aus Metall sein, wie z.B. Brammen, Blöcke, Knüppel, Bleche, Grobbleche oder Coils.

[0073] Gemäß einer besonderen Ausführungsform können mehrere Transportmittel für Waren mit jeweils individuellen Zielpositionen navigiert werden. Dadurch kann der Warendurchsatz in einem Lager gesteigert werden. Insbesondere ist das erfindungsgemäße Verfahren daraufhin ausgestaltet, dass Kollisionen der Transportmittel miteinander vermieden werden. Dies kann auf einfachstem Wege dadurch erfolgen, dass die jeweils anderen vorhandenen Transportmittel beim Navigieren eines Transportmittels als zu umfahrende Hindernisse eingestuft werden.

[0074] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform basiert die Messeinrichtung auf einem Lasermessverfahren. Das Lasermessverfahren kann auf Basis einer Laufzeitmessung basieren. Bei einem derartigen Verfahren wird die Laufzeit eines von der Messeinrichtung ausgesendeten Lichtimpulses zu einem Messpunkt und zurück gemessen. Alternativ dazu kann ein Interferenz-Lasermessverfahren verwendet werden.

[0075] Ein von der Messeinrichtung ausgesendeter Laserstrahl weist üblicherweise einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser in einem Bereich von 0,5 bis 1 cm auf. Derartige Durchmesserwerte liegen insbesondere dann vor, wenn die Messeinrichtung zu den zu vermessenden Waren und gegebenenfalls zu den zu vermessenden Transportmitteln einen Abstand von ca. 10 m bis ca. 15 m aufweist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Messeinrichtung oberhalb der zu vermessenden Waren angebracht ist. Das vom Laser der Messeinrichtung ausgesendete Licht kann im optisch sichtbaren Bereich liegen. Vorzugsweise liegt das Laserlicht im Infrarotbereich.

[0076] Einer weiteren Ausführungsform zufolge ist die Messeinrichtung ein Laserscanner, dessen Laserstrahl die jeweilige Oberseite der Ware bzw. der Transportmittel zur Abstands-

und Profilmessung überstreicht. Durch die Verwendung eines Laserscanners zur Abstandsmessung ist eine punktgenaue Messung zu dem jeweiligen Messpunkt möglich. Derartige Laserscanner weisen typischerweise ein oder zwei Spiegelsysteme zur Ablenkung des Laserstrahls auf, so dass ein Überstreichen bzw. ein Abscannen eines zu vermessenden Objekts bzw. der Waren möglich ist.

[0077] Ein derartiger Laserscanner kann z.B. auf dem Laserscanner der Firma LASE aus dem Stand der Technik basieren. Durch die Überstreichung der jeweils zu vermessenden Oberseiten sind simultan eine Vielzahl von Einzelhöhenmessungen sowie Profilvermessungen der Waren ermittelbar. Erfolgt beispielsweise die Profilvermessung einer Ware oder Warengruppe über Messpunkte, die gitterförmig über der zu vermessenden Oberseite der Ware bzw. Warengruppe verteilt angeordnet sind, so können die Abmessungen der Ware, wie z.B. die Breite und die Länge einer rechteckförmigen Tafelware, automatisiert ermittelt werden.

[0078] Insbesondere wird die Abstandsmessung an einem während der Überstreichung der jeweiligen Oberseite entstehenden Messpunkt durchgeführt. Der Messpunkt ist ein bei der Überstreichung entstehender Messfleck. Insbesondere korrespondiert der Messpunkt mit einem jeweils kurzzeitig von der Abstandsmesseinrichtung ausgesendeten Laserlichtimpuls. Es wird dann zur Abstandsmessung die Laufzeit gemessen, die der Laserlichtimpuls von der Messeinrichtung zum entsprechenden Messpunkt bzw. Messfleck und zurück zur Messeinrichtung benötigt.

[0079] Gemäß einer dazu alternativen Ausführungsform ist die Messeinrichtung eine Kamera. Die Kamera weist zumindest einen optoelektronischen Sensor mit einer Reihe oder einer Matrix aus einer Vielzahl von Bildpunkten auf. Die Bildpunkte werden auch als Pixel bezeichnet.

[0080] In einer Ausführungsvariante ist die Kamera eine Stereokamera. Sie weist in der Regel zwei nebeneinander angeordnete Objektive auf, welche das in die Kamera einfallende Licht auf die optoelektronischen Sensoren fokussieren. Der optoelektronische Sensor kann beispielsweise ein CCD-Chip (charge coup led device) sein. Durch Überlagerung der beiden aufgenommenen Bilder kann eine Tiefeninformation in einem jeweiligen betrachteten Bereich innerhalb des Bildbereichs abgeleitet werden. Aus der Tiefeninformation kann ein Abstandsmesswert zum dem betrachteten Bereich abgeleitet werden. Der betrachtete Bereich ist vorzugsweise die Oberseite einer Ware, insbesondere die geometrische Mitte der Warenoberseite.

[0081] In einer weiteren Ausführungsvariante weist die Kamera nur ein Objektiv mit einem dahinter liegenden optoelektronischen Sensor auf. Die Kamera weist eine Fokussiereinrichtung auf. Ein entsprechender zum Scharfstellen eines ausgewählten Bildbereiches erforderlicher Fokuswert kann zur Ableitung eines Abstandsmesswertes zu dem ausgewählten Bildbereich herangezogen werden.

[0082] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Kamera eine Photomischdetektor-Kamera. Sie weist einen Photomischdetektor (PMD-Sensor) auf. Der PMD-Sensor ist ein optoelektronischer Sensor. Er ist ein neuartiges Halbleiterbauelement, welches zusätzlich zum konventionellen Helligkeitsbild Entfernungen direkt "sehen" kann. Ein von einem Leuchtmittel ausgesendetes moduliertes Lichtsignal, wie z.B. Infrarotlicht, beleuchtet die zu vermessende Ware bzw. Waren. Das von den Waren reflektierte Licht trifft auf den PMD-Sensor. Dieser ist ebenfalls zur Referenzierung an die Modulationsquelle gekoppelt. Es werden die in Elektronen gewandelten Photonen in Abhängigkeit von dem Referenzsignal entfernungsselektiv getrennt. Dies kann pixelweise mit Hilfe einer sogenannten Ladungsträgerschaukel im lichtempfindlichen Halbleiterbereich des PMD-Detektors erfolgen. Durch einen automatisierten Vergleichsprozess zwischen dem optischen Messsignal und dem Referenzsignal stellt das resultierende Ausgangssignal des Sensors bereits einen direkten Bezug zur Tiefeninformation dar.

[0083] Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten der Kamera können die Ermittlung eines Abstandsmesswertes sowie einer dazu gehörenden Einzelhöhe beispielsweise durch einen Mikroprozessor oder Mikrocontroller der Kamera durchgeführt werden.

[0084] Im Besonderen ist die Messeinrichtung eine Abstandsmesseinrichtung.

[0085] Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere in einem Lager anwendbar. In einem derartigen Lager kann eine Vielzahl von Waren in gestapelter und ungestapelter Form vorhanden sein, die mittels eines oder mehrerer Transportmittel befördert werden sollen.

[0086] Weiterhin ist das erfindungsgemäße Verfahren in der Lagerlogistik, insbesondere zur logistischen Verfolgung der transportierten Waren, anwendbar. Die logistische Warenverfolgung kann z.B. durch ein EDV-gestütztes Rechnersystem erfolgen. Durch Einsatz des erfindungsgemäßen Navigationsverfahrens ist vorteilhaft eine Automatisierung von Lagerarbeiten bzw. Lagertransportarbeiten ohne Einsatz von Fahrerpersonal möglich. Menschliche Fehlerquellen können weitestgehend ausgeschlossen werden.

[0087] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mittels eines zum erfindungsgemäßen Verfahren korrespondierenden Navigationssystems gelöst.

[0088] Demnach weist das Navigationssystem zumindest eine Messeinrichtung, ein Rechenmittel sowie Ausgabemittel für je eine Fahrroue des zumindest einen Transportmittels zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf. Die Rechenmittel können beispielsweise programmverarbeitende Mittel, wie z.B. ein Computer oder ein Mikrorechner, sein.

[0089] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Messeinrichtung eine stationäre Einrichtung. Insbesondere ist sie oberhalb der Stellfläche angeordnet und auf die zu erfassenden Waren und gegebenenfalls auf die zu erfassenden ortsfesten Objekte ausgerichtet. Vorzugsweise ist die Messeinrichtung oberhalb der zu vermessenden Oberseiten der jeweiligen Waren und der Transportmittel angeordnet, wie z.B. an einer Hallendecke.

[0090] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist je eine Messeinrichtung an je einem Transportmittel zum Transportieren der Waren angebracht. Die Waren können innerhalb des Erfassungsbereiches der jeweiligen Messeinrichtung erfasst werden. Die Messeinrichtung ist vorzugsweise an einem oberen Ende des jeweiligen Transportmittels befestigt und schräg zur bevorzugten Bewegungsrichtung des Fahrzeugs ausgerichtet. Dadurch ist eine Messung der Warenprofile möglich, sobald die Ware bzw. die Waren in den Erfassungsbereich der Messeinrichtung geraten. Die Messung der Profile ist sowohl im Stillstand als auch während der Fahrt des Transportmittels möglich.

[0091] Im Besonderen ist das Transportmittel ein zumindest auf der Stellfläche bewegbarer Kran oder Stapler. Beide Fahrzeuge können durch einen Fahrer gesteuert werden. Sie können alternativ zum fahrerlosen Betrieb ausgebildet sein.

[0092] Nach einer weiteren Ausführungsform ist das Transportmittel eine oberhalb der Stellfläche bewegbar angeordnete Krankatze. Die Krankatze kann beispielsweise derartig oberhalb der Stapelstellfläche angebracht sein, dass zumindest ein Teil der dort abgestellten Waren durch ein Verfahren der Krankatze erreicht werden kann. Die Krankatze ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass eine zweidimensionale Bewegung parallel zur Stellfläche möglich ist.

[0093] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die jeweilige Messeinrichtung zumindest zur Übertragung von Messdaten, wie z.B. von Abstandsmessdaten, und/oder von Profildaten über eine Funkdatenschnittstelle mit dem Rechenmittel des Navigationssystems verbunden. Die Daten können zwischen einer Basisstation des Navigationssystems und einer jeweiligen Send-/Empfangsstation des mobilen Transportmittels übertragen werden.

[0094] Dagegen ist im Falle eines Brückenkrans, einer Krankatze oder einer Laufkatze als Transportmittel eine kabelgebundene Datenverbindung, wie z.B. in Form eines Schleppkabels, vorteilhafter.

[0095] Die Funkdatenverbindung kann beispielsweise auf einem WLAN-Standard (WLAN für Wireless Local Area Network) basieren. Sie kann alternativ auf einem DECT-Standard oder auf einem GSM- oder UMTS-Standard basieren. Es können zur verbesserten funktechnischen Ausleuchtung mehrere verteilt angeordnete Basisstationen verwendet werden.

[0096] Nach einer weiteren Ausführungsform ist das Navigationssystem datentechnisch mit einem rechnergestützten Logistiksystem zum Empfang von Transportaufträgen und zum Rück-

senden entsprechender Quittierungen verbunden. Dadurch ist eine zuverlässige automatische Verbuchung der transportierten und der somit im Lager verfügbaren Waren möglich.

[0097] Vorzugsweise weist der Transportauftrag je eine Anzahl und je eine Zielposition der durch das Transportmittel zu transportierenden Waren auf. Üblicherweise sind die jeweilige Lagerposition der Waren sowie deren verfügbare Anzahl datentechnisch im Logistiksystem hinterlegt.

[0098] Weiterhin sendet das Rechenmittel gemäß einer Ausführungsform die entsprechende Quittierung an das Logistiksystem zurück. Dies erfolgt allerdings vorzugsweise nur dann, wenn das Rechenmittel eine Veränderung des zur Ware gehörenden ermittelten Profils zum jeweiligen Vergleichsprofil feststellt, und zwar im Vergleich vor dem Transport der Ware zur Zielposition und nach erfolgter Entnahme bzw. Ablegen der zu transportierenden Ware an der Zielposition. Dadurch kann eine fehlerhafte Entnahme oder ein fehlerhaftes Ablegen der durch das Transportmittel zu transportierenden Ware festgestellt und eine entsprechende Meldung an eine Lagerleitstelle oder an einen Dispatcher gesendet werden.

[0099] Eine fehlerhafte Entnahme kann beispielsweise dann erfolgen, wenn anstelle eines Bleches zwei Bleche von einem Warenstapel entnommen werden. Ursache dafür kann die magnetische Kraft des Hub- oder Elektromagneten zum Abheben der Ware sein, so dass neben dem oberliegenden Blech auch noch das darunter liegende Blech mit angehoben und abtransportiert wird. Im Falle von Platten oder Scheiben kann es vorkommen, dass eine darunter liegende Platte oder Scheibe durch Klebereste oder Verschmutzungen an der darüber liegenden Platte haftet. Diese fehlerhafte Entnahme bedingt, dass die transportierte Anzahl von Waren nicht mit dem in dem Logistiksystem hinterlegten Bestand übereinstimmt. Dies kann nachteilig eine zeitintensive Nachprüfung erfordern, wenn ein oder mehrere vom Logistiksystem als noch vorhanden gemeldete Waren nicht mehr auffindbar sind.

[00100] Das erfindungsgemäße Navigationssystem kann vorteilhaft in einem Lager verwendet werden, in welchem eine Vielzahl von Waren in gestapelter und ungestapelter Form vorhanden ist.

[00101] Das erfindungsgemäße Navigationssystem kann weiterhin vorteilhaft in der Lagerlogistik, insbesondere zur logistischen Verfolgung der transportierten Waren, verwendet werden. Durch Einsatz des erfindungsgemäßen Navigationssystems ist vorteilhaft eine Automatisierung von Lagerarbeiten bzw. Lagertransportarbeiten ohne Einsatz von Fahrpersonal möglich. Menschliche Fehlerquellen können weitestgehend ausgeschlossen werden.

[00102] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mit einem Computerprogramm gelöst, das ausführbaren Maschinencode für ein Rechenmittel eines Navigationssystems zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren durch das Rechenmittel umfasst.

[00103] Ein derartiges Computerprogramm ist vorzugsweise in einem Arbeitsspeicher einer Steuereinheit des Navigationssystems gespeichert. Das Computerprogramm wird insbesondere durch das Rechenmittel des Navigationssystems ausgeführt. Insbesondere dient das Computerprogramm dazu, das Höhenprofil bzw. die jeweiligen Profile der Waren und Transportmittel sowie die zugehörigen Positionen und deren Lage in Bezug auf die Stellfläche rechnerisch zu ermitteln. Weiterhin dient das Computerprogramm zur rechnerischen Ermittlung einer geeigneten Fahrroute für das Transportmittel. Das Computerprogramm kann zudem Steuer- und Routinen sowie Softwareroutinen zur Mustererkennung von gemessenen Profilen in dem Umgebungsprofil sowie Mittel zum Vergleich der gemessenen Profile mit Vergleichsprofilen aufweisen.

[00104] Die Erfindung wird weiterhin mit einem Datenspeichermedium mit einem in maschinenlesbarer Form gespeicherten derartigen Computerprogramm gelöst. Das Datenspeichermedium kann beispielsweise eine Diskette, eine CD-ROM, eine DVD-ROM, ein USB-Datenspeicher oder eine Speicherkarte sein, wie z.B. eine SD-Speicherkarte.

[00105] Die Erfindung sowie Ausgestaltungsformen der Erfindung werden am Beispiel der nachfolgenden Figuren erläutert. Dabei zeigen

- [00106] FIG 1 beispielhaft ein Lager mit Waren in gestapelter und ungestapelter Form sowie mit einem Stapler zum Transport der Waren nach dem Stand der Technik,
- [00107] FIG 2 beispielhaft ein weiteres Lager mit einer an einem Kran angebrachten Messeinrichtung zur Profilvermessung der Waren nach dem Stand der Technik,
- [00108] FIG 3 beispielhaft einen Laserscanner als Messeinrichtung zur Profilvermessung einer Ware nach dem Stand der Technik,
- [00109] FIG 4 beispielhaft den Ablauf eines erfindungsgemäßen Navigationsverfahrens gemäß Anspruch 1,
- [00110] FIG 5 beispielhaft den Ablauf eines erfindungsgemäßen Navigationsverfahrens gemäß Anspruch 4,
- [00111] FIG 6 beispielhaft ein Navigationssystem zum Navigieren eines Staplers als Transportmittel mit einem stationären Laserscanner als Messeinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- [00112] FIG 7 beispielhaft ein Navigationssystem zum Navigieren eines Krans als Transportmittel mit einem daran angebrachten Laserscanner gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- [00113] FIG 8 beispielhaft eine Schnittdarstellung eines Vergleichsprofils für die in FIG 7 gezeigten Waren entlang der in FIG 7 eingetragenen Blickrichtung,
- [00114] FIG 9 beispielhaft ein vom Laserscanner erfasstes interpoliertes Schnittprofil der Ware gemäß FIG 7,
- [00115] FIG 10 beispielhaft ein vom Laserscanner im Vergleich zu FIG 9 senkrecht dazu erfasstes interpoliertes Schnittprofil der Ware entlang der in FIG 7 eingetragenen Blickrichtung,
- [00116] FIG 11 beispielhaft ein Navigationssystem zum Navigieren einer Krankkatze mit einem daran angebrachten Laserscanner als Messeinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung,
- [00117] FIG 12 beispielhaft zwei Vergleichsprofile in einem Umgebungsprofil und deren mögliche Änderungen und
- [00118] FIG 13 ein Beispiel zur Bestimmung der Position eines mobilen Transportmittels mit einer Messeinrichtung auf Basis von Abstandsmessungen.

[00119] FIG 1 zeigt beispielhaft ein Lager mit Waren W in gestapelter und ungestapelter Form sowie mit einem Stapler als Transportmittel TM1 zum Transport der Waren W nach dem Stand der Technik.

[00120] Bei den beispielhaften Waren W handelt es sich um Stapel S sowie um Rollen oder Coils C. Bei den Rollen C kann es sich um aufgerolltes magnetisierbares Blech handeln, bei der gestapelten Ware W in den Stapeln S um magnetisierbares Grobblech oder Brammen. Es kann sich bei den Waren auch um nicht magnetisierbares Blech handeln.

[00121] Das Transportmittel TM1 weist ein Navigationsgerät NS auf, welches mit einer Basisstation BS verbunden ist. Die Basisstation BS tauscht mit einer Vielzahl von funkgestützten Transpondern T Funksignale zur Bestimmung der Position der Basisstation BS bzw. des Transportmittels TM1 aus. Das Navigationsgerät NS ermittelt die Position der Basisstation BS bzw. des Transportmittels TM1 auf Basis einer Laufzeitmessung der jeweiligen Funksignale zu dem Transponder T und zurück. Die Transponder T sind beispielhaft an den Seitenwänden SW einer Lagerhalle angebracht. Mit dem Bezugszeichen BZ ist ein Referenzpunkt bezeichnet, welcher

als Ursprung für ein Koordinatensystem der Stellfläche SF festgelegt ist. Auf ihn sind die jeweiligen Positionen der Waren W bezogen.

[00122] FIG 2 zeigt beispielhaft ein weiteres Lager mit einer an einem Kran als Transportmittel TM2 angebrachten Messeinrichtung L zur Profilvermessung der Waren W nach dem Stand der Technik.

[00123] Der beispielhaft in FIG 2 dargestellte Kran TM2 weist einen Ausleger G mit einem daran befestigten Hubmagneten MAG auf. Der Hubmagnet MAG ist vorzugsweise ein Elektromagnet. Durch ihn können magnetisierbare Waren W, wie z.B. die gezeigten Metallrollen C und die gestapelten Grobbleche W der Stapel S bei Stromerregung angehoben und transportiert werden. Im Falle von nicht magnetisierbaren Blechen können diese mittels eines Saughebers angehoben und transportiert werden. Die Bleche können auch mittels mehrerer eingehängter Ketten transportiert werden. Im Falle von Coils ist ein Transport mittels eines sogenannten C-Hakens, welcher am Stapler angebracht ist, vorteilhaft.

[00124] Die Messeinrichtung L ist beispielhaft ein Laserscanner, welcher zur Erfassung der Waren W schräg in Fahrtrichtung des Transportmittels TM2 ausgerichtet ist. Die Fahrtrichtung ist durch einen Pfeil im Bereich des Auslegers G symbolisiert. Weiterhin weist die Messeinrichtung L einen Erfassungsbereich auf, innerhalb dessen die jeweiligen Einzelhöhen der Waren W zur Profilvermessung erfasst werden können. Innerhalb des Erfassungsbereichs ist eine Vielzahl von Laserstrahlen LS zu sehen, welche beispielhaft eine Oberseite des Stapels S abtastet. Die jeweiligen vermessenen Profile können dann von einem Fahrer des Transportmittels TM2 auf einer Anzeigevorrichtung AZ im Transportmittel TM1 dargestellt werden. Das Ergebnis einer Profilvermessung kann z.B. eine Breite, Höhe oder Länge einer gestapelten Ware W sein. Die Angaben geben dem Fahrer einen Hinweis, dass die gerade erfasste Ware W die richtige gemäß aktuellem Transportauftrag TA ist.

[00125] FIG 3 zeigt beispielhaft einen Laserscanner L als Messeinrichtung zur Profilvermessung einer Ware W, S nach dem Stand der Technik.

[00126] Bei der in FIG 3 gezeigten Messeinrichtung L handelt es sich um einen 2D-Laserscanner zur zweidimensionalen Profilvermessung eines Objekts. Der Laserscanner L richtet unter anderem Laserstrahlen LS auf eine Oberseite OS des Stapels S. Insbesondere sendet die Messeinrichtung L einen gepulsten Laserstrahl LS aus. Die in FIG 3 gezeigten Messpunkte MP auf der Stapeloberseite OS entstehen während der Pulsung. Zu diesen Messpunkten MP erfolgt jeweils eine Abstandsmessung. Die zugehörigen Abstandsmesswerte sind mit den Bezugszeichen AX bezeichnet. Die Überstreichung bzw. das Abtasten der Oberseite OS des gezeigten Stapels W, S erfolgt vorzugsweise in zwei zueinander senkrecht angeordneten Messlinien ML1, ML2, welche die jeweiligen Messpunkte MP aufweisen. Die linienförmige Abtastung erfolgt typischerweise mittels rotierender oder schwenkender Spiegel, welche in der Messeinrichtung L zur Ablenkung des Laserstrahls LS angebracht sind.

[00127] Die Ermittlung der Waren- bzw. Stapelhöhe SH sowie des Profils, das heißt von vertikalen Schnitten VS1, VS2 durch den gezeigten Stapel W, S, erfolgt mittels einer Auswertung der jeweiligen zu den Abstandsmesswerten AX gehörenden Wareneinzelhöhen EH. Die Einzelhöhen EH können aus dem senkrechten Abstand von der Messeinrichtung L zur Stapelstellfläche SF abzüglich der senkrechten Projektion eines jeweiligen Abstandsmesswertes AX rechnerisch ermittelt werden. Im Beispiel der FIG 3 sind zum besseren Verständnis nur zwei vertikale Schnitte VS1, VS2 zur Profilvermessung dargestellt, die nicht parallel zueinander, insbesondere in etwa senkrecht zueinander liegen.

[00128] Die Messeinrichtung L übergibt die erfassten Messwerte MW beispielhaft an einen Messrechner MR. Der Messrechner MR kann aus den Abstandsmesswerten AX bzw. aus den zugehörigen Einzelhöhen EH einen rechnerischen Messwert für eine Stapelhöhe SH', eine Stapellänge SL' sowie eine Stapelbreite SB' ausgeben. Die Messwerte SH', SL', SB' können beispielsweise von einem Logistiksystem LOG zur Nachverfolgung der stapelbaren Waren W verwendet werden (siehe FIG 1 und 2).

[00129] FIG 4 zeigt beispielhaft den Ablauf eines erfindungsgemäßen Navigationsverfahrens gemäß Anspruch 1.

[00130] Mit F1 ist ein Start bzw. Initialisierungsschritt bezeichnet. Dieser Schritt kann beispielsweise die Festlegung eines Bezugspunktes BZ im Bereich der Stellfläche SF umfassen.

[00131] Im Schritt F2 wird erfindungsgemäß ein Umgebungsprofil mittels einer Messeinrichtung L gemessen. Das Umgebungsprofil kann virtuell durch einen Computer oder Rechner graphisch abgebildet werden. Im Umgebungsprofil sind insbesondere die Waren W, ein oder mehrere Transportmittel TM1-TM3 auf der Stellfläche SF sowie Begrenzungslinien oder Konturen von Seitenwänden SW des Lagers bzw. der Lagerhalle, von Pfeilern oder sonstigen Objekte visualisiert (siehe FIG 6, 7 und 11).

[00132] Im nachfolgenden Schritt F3 wird das Umgebungsprofil zur Identifizierung des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W sowie zur Ermittlung je einer Position PT, P1-P9 des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W in Bezug auf die Stellfläche SF mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Der Vergleich erfolgt insbesondere mittels Mustererkennungsverfahren, die auf einem Computer oder Rechner in Form eines Softwareprogramms ausgeführt werden. Das jeweilige Vergleichsprofil des Transportmittels TM1-TM3 sowie das der Waren W kann im Rahmen einer Initialisierung des Umgebungsprofils ermittelt und gespeichert werden.

[00133] Im nachfolgenden Schritt F4 wird die vorgebbare Zielposition ZP in dem Umgebungsprofil abgebildet. Die Zielposition ZP wird insbesondere von dem übergeordneten Logistiksystem LOG ausgegeben. Weiterhin ist die Zielposition ZP auf den zuvor gemeinsam festgelegten Bezugspunkt BZ bezogen.

[00134] Im nachfolgenden Schritt F5 erfolgt die Ausgabe einer Fahrroute FR des Transportmittels TM1-TM3 zur Zielposition ZP auf Basis der jeweils ermittelten Positionen PT, P1-P9 des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W. Vorzugsweise wird die Position PT des Transportmittels TM1-TM3 im Umgebungsprofil insbesondere fortlaufend aktualisiert, wenn eine Positionsänderung des Transportmittels TM1-TM3 festgestellt wurde.

[00135] Die Ausgabe kann beispielsweise in Form einer Straßenkarte mit der graphisch eingeblendeten Fahrroute FR erfolgen. Die Navigation zur Zielposition ZP kann alternativ oder zusätzlich analog wie bei aus dem Kfz-Bereich bekannten Navigationssystemen erfolgen.

[00136] Mit F6 ist das Ende des erfindungsgemäßen Verfahrens bezeichnet.

[00137] FIG 5 zeigt beispielhaft den Ablauf eines erfindungsgemäßen Navigationsverfahrens gemäß Anspruch 4.

[00138] Mit F1 ist ein Start bzw. Initialisierungsschritt bezeichnet. In diesem Schritt wird ein Umgebungsprofil initialisiert, welches aus Vergleichsprofilen der im Bereich der Stellfläche SF abgestellten Waren W an einer jeweils zugehörigen Position P1-P9 gebildet wird. Die Vergleichsprofile vorzugsweise aller Waren W können z.B. mittels des Transportmittels TM1-TM3 im Rahmen einer Initialisierungsfahrt im Bereich der Stellfläche SF vermessen werden. Weiterhin wird in diesem Schritt F1 vorgegeben, dass das Transportmittel TM1-TM3 eine Messeinrichtung L zur Ermittlung je eines Profils sowie je eines daraus ableitbaren Abstandes der in einem Erfassungsbereich der Messeinrichtung L erfassten Waren W aufweist. Weiterhin kann dieser Schritt F1 die Festlegung eines Bezugspunktes BZ im Bereich der Stellfläche SF umfassen.

[00139] In einem zweiten Schritt F2 wird das jeweilige erfasste Profil zur Identifizierung der Waren W mit den zuvor im Umgebungsprofil gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Der Vergleich erfolgt insbesondere mittels Mustererkennungsverfahren, die auf einem Computer oder Rechner in Form eines Softwareprogramms ausgeführt werden.

[00140] Im nachfolgenden Schritt F3 wird aus der jeweiligen Position P1-P9 einer identifizierten Ware W und dem jeweiligen Abstand zur Messeinrichtung L eine Position PT des Transportmittels TM1-TM3 im Umgebungsprofil ermittelt.

[00141] Im nachfolgenden Schritt F4 wird die vorgebbare Zielposition ZP in dem Umgebungsprofil abgebildet. Die Zielposition ZP wird insbesondere von dem übergeordneten Logistiksystem LOG ausgegeben. Weiterhin ist die Zielposition ZP auf den zuvor gemeinsam festgelegten Bezugspunkt BZ bezogen.

[00142] Im nachfolgenden Schritt F5 erfolgt die Ausgabe einer Fahrroute FR des Transportmittels TM1-TM3 zur Zielposition ZP auf Basis der jeweils ermittelten Positionen PT, P1-P9 des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W. Die Position PT des Transportmittels TM1-TM3 wird vorzugsweise mittels einer auf den Abständen von der Messeinrichtung L zu den identifizierten Waren W basierenden Triangulationsmessung ermittelt.

[00143] Die Ausgabe kann beispielsweise in Form einer Straßenkarte mit der graphisch eingeblendeten Fahrroute erfolgen. Die Navigation zur Zielposition kann alternativ oder zusätzlich analog wie bei aus dem Kfz-Bereich bekannten Navigationssystemen erfolgen.

[00144] Mit F6 ist das Ende des erfindungsgemäßen Verfahrens bezeichnet.

[00145] Die beiden zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren sind vorzugsweise in einem Lager und/oder in der Lagerlogistik anwendbar, insbesondere zur logistischen Verfolgung der transportierten Waren W.

[00146] FIG 6 zeigt beispielhaft ein Navigationssystem NAV zum Navigieren eines Staplers TM1 als Transportmittel mit einem stationären Laserscanner L als Messeinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

[00147] Das Navigationssystem NAV weist den auf einem Lasermessverfahren basierenden Laserscanner L, ein Rechenmittel COM sowie Ausgabemittel AM für eine Fahrroute FR des gezeigten Staplers TM1 zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren auf.

[00148] Je nach Erstreckung der zum Abstellen der Waren W vorgesehenen Stellfläche SF können auch zwei oder mehr Messeinrichtungen L vorhanden sein. Die Messeinrichtung L bzw. der Laserscanner ist im Beispiel der FIG 6 oberhalb der zu vermessenden Waren W angebracht, wie z.B. an einer Hallendecke. Als stationäre Einrichtung L ist sie auf die zu erfassenden Waren W und gegebenenfalls auf die zu erfassenden ortsfesten Objekte OB, wie z.B. eine Seitenwand SW der Lagerhalle, ausgerichtet. Ein Laserstrahl LS des Laserscanners L kann dann die jeweilige Oberseite OS der Ware W zur Abstands- und Profilmessung überstreichen. Die Messeinrichtung L ist daher insbesondere eine Abstandsmesseinrichtung. Dies ist beispielhaft an einem linken unteren Stapel S im Detail dargestellt.

[00149] Das Navigationssystem NAV kann darüber hinaus zum Navigieren von mehreren Transportmitteln TM1-TM3 zum Transport der Waren W ausgebildet sein. In diesem Fall können die Transportmittel TM1-TM3 zu jeweils individuellen Zielpositionen ZP navigiert werden. Bei den gezeigten Waren W handelt es sich um stapelbare Objekte. Sie sind insbesondere Halbzeuge aus Metall wie Brammen, Blöcke, Knüppel, Platten oder Coils.

[00150] Das Transportmittel TM1 kann mittels eines nicht weiter dargestellten Fahrers gesteuert bzw. gefahren werden. Es kann zumindest auf der Stellfläche SF bewegt werden, das heißt das Transportmittel TM1 kann auch von der Stellfläche SF wegbewegt werden, um z.B. neue Ware W von einem Lastwagen aufzunehmen. Alternativ kann das Transportmittel TM1 zum automatischen fahrerlosen Befördern der Waren W ausgebildet sein.

[00151] Das in FIG 6 gezeigte Transportmittel TM1 weist eine ANT auf, über welche entsprechende Fahr- und Transportaufträge TA über ein datentechnisch mit dem Navigationssystem NAV verbundenes Logistiksystem LOG empfangen werden können. Das Logistiksystem LOG ist insbesondere ein rechnergestütztes Lagerverwaltungssystem. Quittierungen QT der jeweiligen Transportaufträge TA können auf umgekehrtem Wege an das Logistiksystem LOG übertragen werden. Zum Weiterleiten der Transportaufträge TA und der Quittierungen QT weist das Navigationssystem NAV bzw. weisen die Rechenmittel COM gleichfalls eine Antenne ANT auf. Die Quittierungen QT können manuell von dem Fahrer des Transportmittels TM1 initiiert werden, wie z.B. durch Drücken einer Taste im Transportmittel TM1 nach Erledigung des entspre-

chenden Transportauftrags TA. Allgemein kann der Transportauftrag TA je eine Anzahl und je eine Zielposition ZP der durch das Transportmittel oder die Transportmittel TM1-TM3 zu transportierenden Waren W aufweisen.

[00152] Die Quittierungen QT können alternativ von einer Steuereinheit eines fahrerlosen Transportmittels TM1 ausgegeben werden. In diesem Fall kann das Transportmittel TM1 entsprechende Sensoren zur Bestimmung eines Lastaufnahmewinkels zum Aufnehmen der jeweiligen Ware W oder Gewichtssensoren zur Messung der aufgenommenen Ware W aufweisen.

[00153] Alternativ kann der Lastaufnahmewinkel durch mehrere Punkte des Fahrweges gelegt und softwaremäßig bestimmt werden. Mittels der Sensoren ist z.B. eine Plausibilitätsprüfung durch die Steuereinheit des fahrerlosen Transportmittels TM1 möglich, indem beispielsweise überprüft wird, ob das Gewicht der aufgenommenen Ware W mit dem im Transportauftrag TA angegebenen Warengewicht übereinstimmt. Nur im Falle einer Übereinstimmung kann die Quittierung QT durch die Steuereinheit des Transportmittels TM1 ausgegeben, das heißt an das Navigationssystem NAV gesendet werden.

[00154] Erfindungsgemäß wird mittels der Messeinrichtung L ein Umgebungsprofil gemessen, welches zur Identifizierung des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen wird. Zudem wird das Umgebungsprofil zur Ermittlung je einer Position PT, P1-P9 des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W in Bezug auf die Stellfläche SF mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Zur Ermittlung der jeweiligen Positionen TP, P1-P9 muss die relative Lage der Messeinrichtung L zu einem zuvor festgelegten Bezugspunkt BZ bekannt sein. Diese kann z.B. durch eine einmalige Messung ermittelt werden.

[00155] Im Beispiel der FIG 6 ist die ermittelte Position PT des Transportmittels TM1 auf dessen oberes Ende bezogen. Der zugehörige Abstand von der Messeinrichtung L zur Fahrzeugposition PT ist gestrichelt hervorgehoben gezeichnet. Das beispielhaft obere Ende kann durch einen Mustervergleich des erfassten Transportmittelprofils mit einem korrespondierenden zuvor gespeicherten Vergleichsprofil ermittelt werden. Die dem oberen Ende im Vergleichsprofil entsprechende Stelle kann dann als eindeutige Fahrzeugposition PT in Bezug zum Bezugspunkt BZ der Stellfläche SF gesetzt werden.

[00156] Gemäß der Erfindung wird die vorgebbare Zielposition ZP - im Beispiel der FIG 6 ist dies die obere Rolle W, C - in dem Umgebungsprofil abgebildet. Die Zielposition ZP entspricht beispielhaft zugleich der Warenposition P6. Als jeweils eindeutige Position P1-P9 der gezeigten Waren W, C, S wurde beispielhaft die geometrische Mitte gewählt. Es kann nun mittels des Rechenmittels COM des Navigationssystems NAV die beispielhafte gezeigte Fahrroute FR des Transportmittels TM1 zur Zielposition ZP, P6 auf Basis der jeweils ermittelten Positionen PT, P1-P9 des Transportmittels TM1 sowie der Waren W ermittelt und ausgegeben werden. Im Beispiel der FIG 6 wird die Fahrroute FR auf einer Anzeige des Staplers TM1 als Ausgabemittel AM ausgegeben.

[00157] Die Messeinrichtung L kann alternativ oder zusätzlich bewegbar angeordnet sein, wie z.B. an einer Krankkatze oder einer Laufkatze. Die Messeinrichtung L kann parallel zur Stellfläche SF bewegt werden. Dies ist insbesondere bei weitläufigen Lagern mit einer verhältnismäßig großen Stellfläche SF vorteilhaft. In diesem Fall muss die veränderte relative Lage der Messeinrichtung L zum Bezugspunkt BZ rechnerisch oder messtechnisch korrigiert werden.

[00158] FIG 7 zeigt beispielhaft ein Navigationssystem NAV zum Navigieren eines Krans als Transportmittel TM2 mit einem daran angebrachten Laserscanner L gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Sind mehrere Transportmittel TM1-TM3 zum Transport der Waren W vorhanden, so ist vorzugsweise an jedem Transportmittel TM1-TM3 eine Messeinrichtung L bzw. ein Laserscanner angebracht.

[00159] Wie FIG 7 zeigt, werden beispielhaft sieben Rollen bzw. Coils als Waren W innerhalb eines Erfassungsbereiches des Laserscanners L erfasst. Der Laserscanner L sendet zur Erfassung fächerförmig gepulste Laserstrahlen LS aus, welche auf die Oberseite der jeweiligen

Waren W treffen. Der Auftreffpunkt des Laserstrahls LS ist zugleich ein Messpunkt MP, zu dem jeweils eine Abstandsmessung durchgeführt wird. Unter Berücksichtigung des Winkels, unter dem die Laserstrahlen LS ausgesendet werden, können mittels einer trigonometrischen Kosinusfunktion die zum jeweiligen Messpunkt MP gehörenden Waren einzelhöhen EH rechnerisch ermittelt werden. Bei der rechnerischen Ermittlung geht vorzugsweise der senkrechte Abstand vom Laserscanner L zur Stellfläche SF ein. Das Profil der jeweiligen Ware W kann dann aus der Vielzahl von Wareneinzelhöhen abgeleitet werden. Das Profil der jeweiligen Ware W ist insbesondere ein Oberflächenprofil bzw. ein Höhenprofil.

[00160] Erfindungsgemäß wird das vorgegebene Umgebungsprofil aus Vergleichsprofilen der im Bereich der Stellfläche SF abgestellten Waren W an einer jeweils zugehörigen Position P1-P9 gebildet. Das Navigationssystem NAV ermittelt mittels der Messeinrichtung L je ein Profil sowie einen Abstand der in dem Erfassungsbereich erfassten Waren W. Das jeweilige erfasste Profil wird zur Identifizierung der Waren W mit den zuvor im Umgebungsprofil gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen. Aus der jeweiligen Position P1-P9 einer identifizierten Ware W und dem jeweiligen Abstand zur Messeinrichtung L wird eine Position PT des Transportmittels TM1-TM3 im Umgebungsprofil ermittelt. Mittels der in dem Umgebungsprofil abgebildeten Zielposition ZP kann die Fahrroute FR von einer aktuellen Position des Transportmittels TM1-TM3 zur Zielposition ZP auf Basis der jeweils ermittelten Positionen PT, P1-P9 des Transportmittels TM1-TM3 und der Waren W ausgegeben werden.

[00161] Im Beispiel der FIG 7 ist das Rechenmittel COM des Navigationssystems NAV in die Messeinrichtung L integriert. Das Navigationssystem NAV weist eine Antenne ANT zum Empfang von Transportaufträgen TA von dem Logistiksystem LOG sowie zum Senden entsprechender Quittierungen QT zu dem Logistiksystem LOG auf. Alternativ kann die jeweilige Messeinrichtung L zumindest zur Übertragung von Abstandsmessdaten und/oder Profildaten über eine Funkdatenschnittstelle mit dem Rechenmittel COM des Navigationssystems NAV verbunden sein. In diesem Fall ist das Rechenmittel COM insbesondere ein stationärer Computer.

[00162] Weiterhin können mittels der Messeinrichtung L bzw. mittels des Laserscanner Referenzprofile von ortsfesten Objekten OB ermittelt werden, die sich im Bereich der Stellfläche SF befinden. Bei den ortsfesten Objekten OB handelt es sich - wie im Beispiel der FIG 7 dargestellt - um Hallenpfeiler OB oder um Seitenwände. Durch die Referenzprofile und durch die zugehörigen (unveränderlichen) Positionen P1-P9 kann das Umgebungsprofil ergänzt werden. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung der Waren W sowie der Transportmittel TM1-TM3 wird erhöht.

[00163] Weiterhin können den jeweiligen Vergleichs- und/oder Referenzprofilen Kennungen zugeordnet werden. Die Kennungen können in Beziehung zu einer zu transportierenden Ware W gesetzt werden. So können einer Ware W mehrere Kennungen zugewiesen werden, welche jeweils mögliche Vergleichsprofile der Ware W beschreiben. Dadurch wird die Datenhaltung insbesondere in einem Lager mit einer Vielzahl von gleichen Waren W vereinfacht.

[00164] Das im Beispiel der FIG 7 dargestellte Transportmittel TM2 ist insbesondere zum fahrerlosen Betrieb ausgebildet. Das Navigationssystem NAV, welches an dem Ausleger G des Krans TM2 angebracht ist, gibt entsprechende Fahrbefehle zum Bewegen des Transportmittels TM2 entlang der Fahrroute FR aus. Die Fahrbefehle werden insbesondere an eine Steuereinheit bzw. Fahrzeugsteuerung des Transportmittels TM2 übertragen. Im Besonderen werden die Fahrbefehle in Abhängigkeit der aktualisierten Position PT des Transportmittels TM2 und/oder der Waren W ausgegeben.

[00165] FIG 8 zeigt beispielhaft eine Schnittdarstellung eines Vergleichsprofils VP für die in FIG 7 gezeigten Waren W, C entlang der in FIG 7 eingetragenen Blickrichtung.

[00166] Das gezeigte Vergleichsprofil VP ist beispielhaft ein idealisiertes Höhenprofil. Es kann aus einer CAD-Zeichnung exportiert worden sein.

[00167] FIG 9 zeigt beispielhaft ein vom Laserscanner L erfasstes interpoliertes Schnittprofil IP der Ware W bzw. Warengruppe gemäß FIG 7.

[00168] Zur Interpolation wurden die jeweiligen in den Messpunkten MP auf den Oberseiten der Waren W, C gemäß FIG ermittelten Wareneinzelhöhen EH herangezogen. Wie FIG 8 zeigt, ist schon bei einer geringen Anzahl von Messpunkten MP die Ähnlichkeit des Schnittes durch das Vergleichsprofils VP mit dem interpolierten Schnittprofil IP erkennbar. Mit zunehmender Anzahl von Messpunkten MP gleichen sich beide Schnittprofile einander an, so dass mittels eines Mustererkennungsverfahrens ohne größere Schwierigkeiten ein Warenprofil in einem erfassten Umgebungsprofil identifiziert werden kann. Werden eine Vielzahl von derartigen vertikalen Schnitten zu einem Oberflächen- oder Hüllprofil der Ware W zusammengesetzt, so kann die Zuverlässigkeit der Identifizierung einer Ware W weiter gesteigert werden.

[00169] FIG 10 zeigt beispielhaft ein vom Laserscanner L im Vergleich zu FIG 9 senkrecht dazu erfasstes interpoliertes Schnittprofil IPQ der Ware W entlang der in FIG 7 eingetragenen Blickrichtung.

[00170] Wie FIG 10 zeigt, ist das Höhenprofil der Schnittdarstellung IPQ nahezu konstant. Der Schnitt verläuft beispielhaft entlang der nicht weiter bezeichneten Symmetrieachse der gezeigten linken gestapelten Ware W, S in FIG 7. Die rechnerische und graphische Auswertung dieses weiteren interpolierten Profil IPQ erhöht die Zuverlässigkeit bei der Identifizierung der gezeigten Ware bzw. Waren.

[00171] FIG 11 zeigt beispielhaft ein Navigationssystem NAV zum Navigieren einer Krankatze TM3 mit einem daran angebrachten Laserscanner L als Messeinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

[00172] Die gezeigte Krankatze TM3 kann entlang einer Brücke BR bewegt werden. Die Brücke BR kann ihrerseits quer zur Bewegungsrichtung der Krankatze TM3 entlang von Schienen SCH bewegt werden. Auf diese Weise kann die gesamte Stellfläche SF mit den Waren W von oben her zum Transport der Waren W erreicht werden. Mit PT ist die aktuelle Position des Transportmittels TM3 dargestellt. Diese Position PT wird in Bezug zum Bezugspunkt BZ als Ursprung für ein Koordinatensystem der Stellfläche gesetzt. Da die Krankatze TM3 sich relativ zum Bezugspunkt BZ bewegen kann, ist die Position PT bei einer Bewegung der Krankatze TM3 zu aktualisieren. Die aktuelle Position PT der Krankatze TM3 kann z.B. über eine Aufsummierung von Drehgeberimpulsen der für den Antrieb in beiden zueinander orthogonalen Richtungen zuständigen Antriebsmotoren ermittelt werden.

[00173] Alternativ kann die Position PT der Krankatze TM3 aus den jeweiligen erfassten Profilen der Waren W rechnerisch ermittelt werden, die unterhalb der Messeinrichtung L und im Erfassungsbereich der Messeinrichtung L liegen. Hierzu können insbesondere Referenzprofile von ortsfesten Objekten OB herangezogen werden.

[00174] Die an der Krankatze TM3 angebrachte Messeinrichtung L ist vorzugsweise senkrecht nach unten ausgerichtet, so dass eine Vielzahl von Waren W erfasst werden kann. Da die Position PT des Transportmittels TM3 bekannt ist, können die jeweiligen Positionen P1-P9 der erfassten Warenprofile W über Abstandsmessungen durch die Messeinrichtung L ermittelt werden. Durch Vergleich der erfassten Warenprofile mit im Navigationssystem NAV hinterlegten Vergleichsprofilen können die zugehörigen Waren W identifiziert werden.

[00175] Im Beispiel der FIG 11 ist die Messeinrichtung L bzw. der Laserscanner in das Navigationssystem NAV integriert. Das Navigationssystem NAV weist weiterhin eine Antenne zum Empfang von Transportaufträgen TA von einem rechnergestützten Logistiksystem LOG auf. An dieses können entsprechende Quittierungen QT nach Erledigung eines Warentransportes gesendet werden. Die dargestellte Krankatze TM3 weist beispielhaft einen Hubmagneten MAG zum Transport von magnetisierbarer Ware W auf. Das erfindungsgemäße Navigationssystem NAV kann vorteilhaft in einem Lager verwendet werden. Es kann alternativ oder zusätzlich in der Lagerlogistik, insbesondere zur logistischen Verfolgung der transportierten Waren W, verwendet werden.

[00176] Im Beispiel der FIG 6 weist das Navigationssystem NAV nicht weiter bezeichnete Rechenmittel COM zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren auf. Die Rechenmittel

COM können beispielsweise ein Messrechner mit einem Prozessor oder einem Mikrocontroller sein. Auf ihnen kann ein Computerprogramm CP zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren ausgeführt werden. Das Computerprogramm CP kann auf einem Datenspeichermedium in maschinenlesbarer Form gespeichert sein. Beispielsweise kann das Datenspeichermedium eine Speicherkarte sein, wie z.B. eine SD-Speicherkarte, welche in einen entsprechenden Slot des Navigationssystems NAV bzw. des Messrechners COM eingeschoben ist.

[00177] Alternativ können die Abstandsmessungen mittels einer Kamera L als Messeinrichtung, insbesondere als Abstandsmesseinrichtung, in analoger Weise durchgeführt werden. Die Kamera L kann eine Stereokamera sein, welche zwei nebeneinander angeordnete Objektive mit jeweils einem dahinter angeordneten optischen Sensor aufweist. Durch Überlagerung der beiden aufgenommenen Bilder kann eine Tiefeninformation und somit ein Abstandsmesswert in einem jeweiligen betrachteten Bereich innerhalb des Bildbereichs abgeleitet werden. Die Kamera L kann alternativ nur ein Objektiv mit einem dahinter liegenden optoelektronischen Sensor sowie eine Fokussiereinrichtung aufweisen. Ein entsprechender zum Scharfstellen eines ausgewählten Bildbereiches erforderlicher Fokuswert kann dann zur Ableitung eines Abstandsmesswertes zu dem ausgewählten Bildbereich herangezogen werden. Weiterhin kann alternativ die Kamera L eine Photomischdetektor-Kamera mit einem Photomischdetektor (PMD-Sensor) sein. Mittels eines derartigen optoelektronischen Sensors können Entfernungen und somit Abstandsmesswerte zum betrachteten Objekt direkt im PMD-Sensor ermittelt werden.

[00178] FIG 12 zeigt beispielhaft zwei Vergleichsprofile VP1, VP2 in einem Umgebungsprofil und deren mögliche Änderungen.

[00179] Im linken Teil der FIG 12 sind beispielhaft zwei Vergleichsprofile VP1, VP2 eines Stapels S mit stapelbarer Ware W in Form eines Gitternetzes dargestellt. Zur eindeutigen Zuordnung der Position P1, P2 wurde die geometrische Mitte auf der Oberseite der Vergleichsprofile VP1, VP2 festgelegt. Die beiden Position P1, P2 sind auf einen zuvor festgelegten Bezugspunkt BZ bezogen. Der Bezugspunkt BZ' ist der Ursprung im virtuellen Umgebungsprofil. Der Bezugspunkt BZ' ist eine Abbildung des Bezugspunktes BZ der Stellfläche SF. Mit SH1, SH2 ist eine jeweilige Stapelhöhe, mit SL1, SL2 eine jeweilige Stapellänge und mit SB1, SB2 eine jeweilige Stapelbreite bezeichnet.

[00180] Im rechten oberen Teil der FIG 12 sind beispielhaft zwei aktuell erfasste Profile PR1, PR2 dargestellt, welche sich aufgrund einer Wareumschichtung oder Warenentnahme im Vergleich zu den Vergleichsprofilen VP1, VP2 verändert haben. Im Beispiel der FIG 12 wurde zum besseren Verständnis angenommen, dass die Vergleichsprofile VP1, VP2 im Umgebungsprofil im Wesentlichen die gleiche äußere Form aufweisen wie durch eine Messeinrichtung L erfassten Profile PR1, PR2 an gleicher Position P1, P2. Typischerweise weist ein Vergleichsprofil VP1, VP2 eine geometrisch vereinfachte Hüllfläche auf, so dass ein schnellerer Mustervergleich mit erfassten Warenprofilen möglich ist. Wird das Umgebungsprofil fortlaufend ermittelt, so wird eine Positionsänderung P1' des gezeigten oberen Profils PR1 der Ware W schnell festgestellt. Bei dem unteren erfassten Profil PR2 wurde bei sonst gleicher Position P2, P2' eine Formänderung PR2' festgestellt, wobei in diesem Fall die Projektion der beiden Positionen P2, P2' auf die Stellfläche SF identisch ist. Nach Feststellung einer Form- und/oder Positionsänderung kann das jeweilige Vergleichsprofil VP1, VP2 aktualisiert werden.

[00181] Im Zusammenhang mit einer Position- und/oder Formänderung kann beispielsweise nur dann eine entsprechende Quittierung QT zu einem Transportauftrag TA an ein Logistiksystem LOG zurückgesendet werden, wenn eine Veränderung des zur Ware W gehörenden ermittelten Profils zum jeweiligen Vergleichsprofil festgestellt wird, und zwar im Vergleich vor dem Transport der Ware W zur Zielposition ZP und nach erfolgter Entnahme bzw. Ablegen der zu transportierenden Ware W an der Zielposition ZP.

[00182] FIG 13 zeigt ein Beispiel zur Bestimmung der Position PT eines mobilen Transportmittels TM1 mit einer Messeinrichtung L auf Basis von Abstandsmessungen.

[00183] Es befinden sich beispielhaft drei Stapel S1-S3 mit Waren W auf einer Stellfläche SF

eines Lagers, welche mittels eines gezeigten Transportmittels TM1 transportiert werden können. Das Transportmittel TM1 ist im Beispiel der FIG 13 ein Stapler. Die Stapel S1-S3 und das Transportmittel TM1 sind in einer Draufsicht dargestellt. Mit BZ ist ein Bezugspunkt für ein Koordinatensystem der Stellfläche SF bezeichnet. Die eingetragenen Pfeile vom Bezugspunkt BZ zu den jeweiligen Positionen PT, P1-P3 des Transportmittels TM1 und der Stapel S1- S3 können als zugehörige Ortsvektoren betrachtet werden. Bei den Stapeln S1-S3 wurde beispielhaft die geometrische Mitte der jeweils gezeigten Oberseite als Position P1-P3 gewählt. Bei dem Transportmittel TM1 wurde beispielhaft das in dieser Darstellung nicht erkennbare obere Ende der Staplergabel des Staplers TM1 als Position PT gewählt.

[00184] Zur Bestimmung der eigenen Position PT des Transportmittels TM1 sowie zur Messung der Profile der Stapel S1-S3 weist das Transportmittels TM1 eine Messeinrichtung L, vorzugsweise einen Laserscanner, auf. Der Laserscanner L ist im Beispiel der FIG 13 in ein Navigationssystem NAV integriert. Es wird angenommen, dass bereits ein Umgebungsprofil vorgegeben ist, welches aus Vergleichsprofilen der im Bereich der Stellfläche SF abgestellten Stapel S1-S3 bzw. Waren W an den jeweils zugehörigen Position P1-P3 gebildet und im Navigationssystem NAV hinterlegt ist. Mittels der Messeinrichtung L kann je ein Profil sowie ein Abstand der in einem Erfassungsbereich der Messeinrichtung L erfassten Stapel S1-S3 bzw. Waren W ermittelt werden. Die erfassten Profile der Waren W werden dann mit den zuvor im Umgebungsprofil gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen.

[00185] Es könnte der Fall auftreten, dass die Stapel S1-S3 bzw. die Waren W zwar identifiziert sind, aber deren Position P1-P3 noch nicht bestimmbar ist. Dies ist dann der Fall, wenn insbesondere gleiche oder gleichartige Waren W auf der Stellfläche SF an unterschiedlichen Positionen P1-P9 vorhanden sind. Es werden nun ausgehend von den in Frage kommenden Vergleichsprofilen im Umgebungsprofil Kreise mit den bekannten Abständen um die jeweiligen virtuellen Positionen P1'-P9' gezogen. Schnittpunkte dieser Kreise bilden mögliche Positionen PT für das Transportmittel TM1. Stimmen zumindest zwei mögliche Positionen PT in etwa überein, so kann diese als die Position PT des Transportmittels TM1 festgelegt werden. Der zuvor beschriebenen Vergleichs- und Zuordnungsvorgänge können durch entsprechende Software Routinen automatisiert auf einem Rechenmittel COM des Navigationssystems NAV ausgeführt werden.

[00186] Alternativ kann die Bestimmung der Position PT über eine rechnerische Auswertung eines durch die Messeinrichtung L erfassten Winkels α zwischen den Positionen P1, P2 der Stapel S1, S2 und gegebenenfalls eines weiteren Winkels β zwischen den Positionen P2, P3 der Stapel S2, S3 erfolgen.

[00187] Darüber hinaus kann eine Drehstellung des Transportmittels TM1 bezüglich der Stellfläche SF mittels eines durch die Messeinrichtung L messbaren Drehwinkels ξ insbesondere fortlaufend bestimmt werden. Der Drehwinkel ξ kann beispielsweise auf eine Kante des Transportmittels TM1 bzw. auf eine am Transportmittel angebrachte Referenzkante bezogen sein. Dadurch sind das Navigieren des Transportmittels TM1 sowie ein Be- und Entladen von Waren W exakter durchzuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Navigieren eines Transportmittels (TM1-TM3) für Waren (W) zu einer vorgebbaren Zielposition (ZP) zumindest innerhalb einer für die Waren (W) vorgesehenen Stellfläche (SF),
 - wobei mittels einer oberhalb der Waren (W) und des Transportmittels (TM1-TM3) angeordneten Messeinrichtung (L) ein sich über die Stellfläche (SF) in zwei Dimensionen erstreckendes Höhenprofil gemessen wird,
 - wobei das Höhenprofil zur Identifizierung des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) sowie zur Ermittlung je einer Position (PT, P1-P9) des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) in Bezug auf die Stellfläche (SF) mit zuvor gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen wird,
 - wobei die vorgebbare Zielposition (ZP) in dem Höhenprofil abgebildet wird und
 - wobei eine Fahrroute (FR) des Transportmittels (TM1-TM3) zur Zielposition (ZP) auf Basis der jeweils ermittelten Positionen (PT, P1-P9) des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) ausgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige Vergleichsprofil des Transportmittels (TM1-TM3) sowie der Waren (W) im Rahmen einer Initialisierung des Höhenprofils ermittelt und gespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Position (PT) des Transportmittels (TM1-TM3) im Höhenprofil aktualisiert wird, wenn eine Positionsänderung des Transportmittels (TM1-TM3) festgestellt wurde.
4. Verfahren zum Navigieren eines Transportmittels (TM1-TM3) für Waren (W) zu einer vorgebbaren Zielposition (ZP) zumindest innerhalb einer für die Waren (W) vorgesehenen Stellfläche (SF), **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass ein Höhenprofil der Stellfläche (SF) vorgegeben ist, welches aus Vergleichsprofilen der im Bereich der Stellfläche (SF) abgestellten Waren (W) an einer jeweils zugehörigen Position (P1-P9) gebildet wird,
 - dass das Transportmittel (TM1-TM3) eine Messeinrichtung (L) zur Ermittlung je eines sich über einen Erfassungsbereich der Messeinrichtung (1) erstreckendes Höhenprofil sowie eines daraus ableitbaren Abstandes der im Erfassungsbereich erfassten Waren (W) aufweist,
 - dass das jeweilige erfasste Höhenprofil zur Identifizierung der Waren (W) mit den zuvor im Höhenprofil der Stellfläche (SF) gespeicherten Vergleichsprofilen verglichen wird,
 - dass aus der jeweiligen Position (P1-P9) einer identifizierten Ware (W) und dem jeweiligen Abstand zur Messeinrichtung (L) eine Position (PT) des Transportmittels (TM1-TM3) im Höhenprofil der Stellfläche (SF) ermittelt wird,
 - dass die vorgebbare Zielposition (ZP) in dem Höhenprofil der Stellfläche (SF) abgebildet wird und
 - dass eine Fahrroute (FR) von einer aktuellen Position (SP) des Transportmittels (TM1-TM3) zur Zielposition (ZP) auf Basis der jeweils ermittelten Positionen (PT, P1-P9) des Transportmittels (TM1-TM3) und der Waren (W) ausgegeben wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass mittels der Messeinrichtung (L) Referenzprofile von ortsfesten Objekten (OB) ermittelt werden, die sich im Bereich der Stellfläche (SF) befinden, und
 - dass das Höhenprofil durch die Referenzprofile und durch die zugehörigen Positionen ergänzt wird.

6. Navigationssystem zum Navigieren eines Transportmittels (TM1-TM3) für Waren (W) zu einer vorgebbaren Zielposition (ZP) zumindest innerhalb einer für die Waren (W) vorgesehenen Stellfläche (SF),
dadurch gekennzeichnet, dass das Navigationssystem zumindest eine Messeinrichtung (L), ein Rechenmittel (COM) sowie Ausgabemittel (AM) für je eine Fahrroute (FR) des zumindest einen Transportmittels (TM1-TM3) zur Durchführung der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist.
7. Navigationssystem nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (L) eine stationäre Einrichtung ist, welche oberhalb der Stellfläche (SF) angeordnet ist und auf die zu erfassenden Waren (W) und gegebenenfalls auf die zu erfassenden ortsfesten Objekte (OB) ausgerichtet ist.
8. Navigationssystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass je eine Messeinrichtung (L) an je einem Transportmittel (TM1-TM3) zum Transportieren der Waren (W) angebracht ist, wobei die Waren (W) innerhalb des Erfassungsbereiches der jeweiligen Messeinrichtung (L) erfassbar sind.
9. Navigationssystem nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Messeinrichtung (L) zumindest zur Übertragung von Abstandsmessdaten und/oder Profildaten über eine Funkdatenschnittstelle mit dem Rechenmittel (COM) des Navigationssystems (NAV) verbunden ist.
10. Navigationssystem nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Navigationssystem datentechnisch mit einem rechnergestützten Logistiksystem (LOG) zum Empfang von Transportaufträgen (TA) und zum Rücksenden entsprechender Quittierungen (QT) verbunden ist.

Hierzu 11 Blatt Zeichnungen

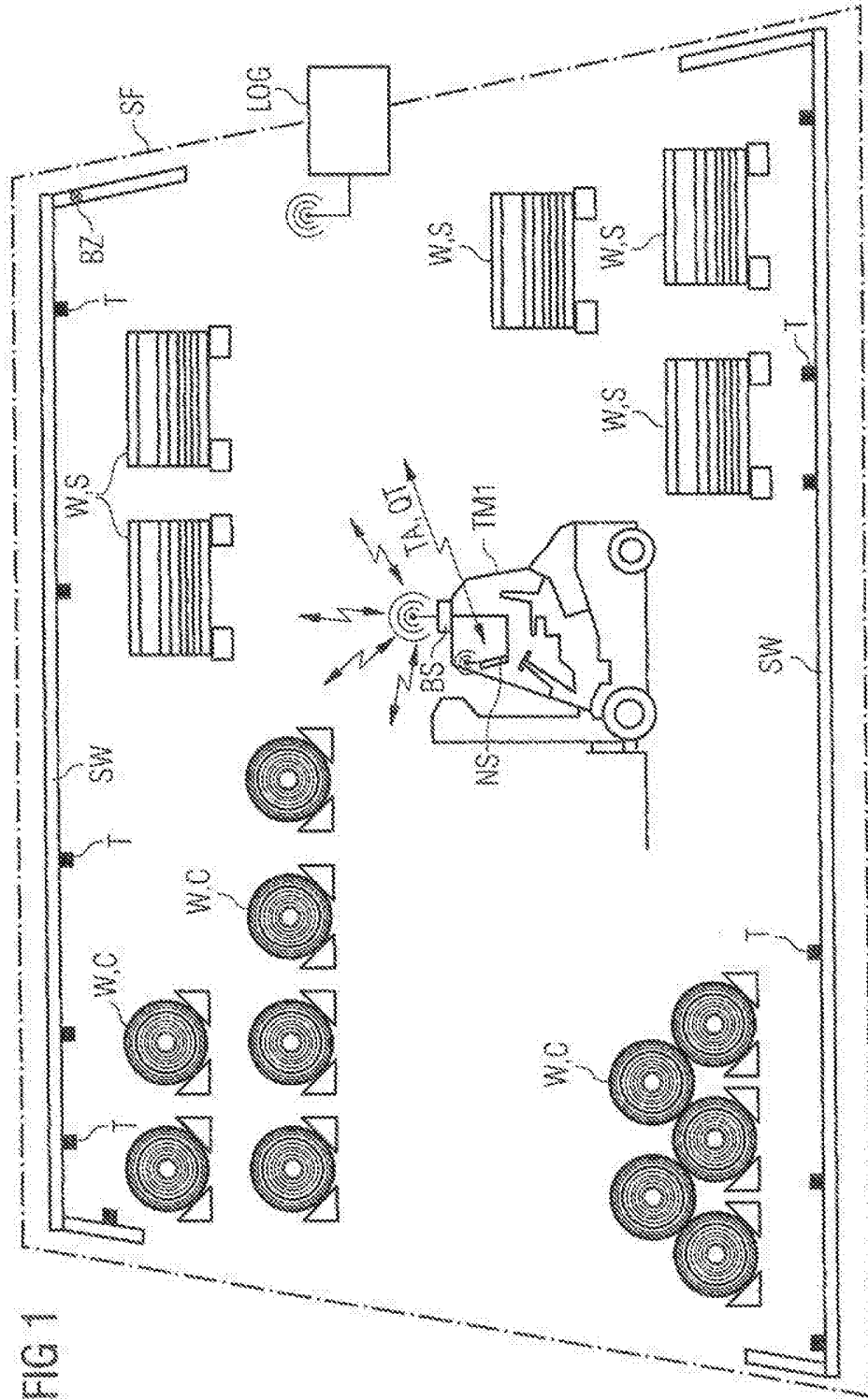


FIG 1

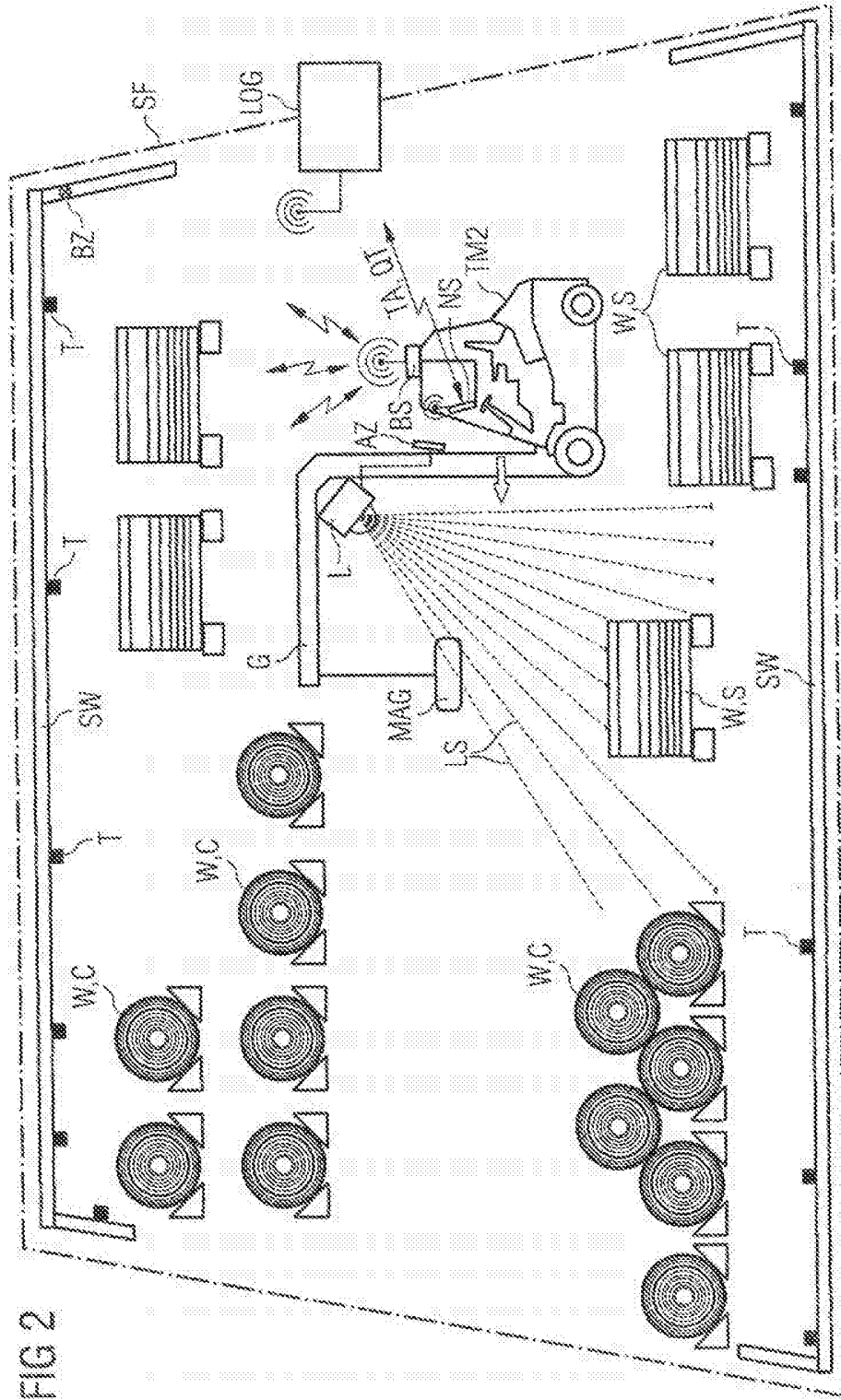


FIG 2

FIG 4

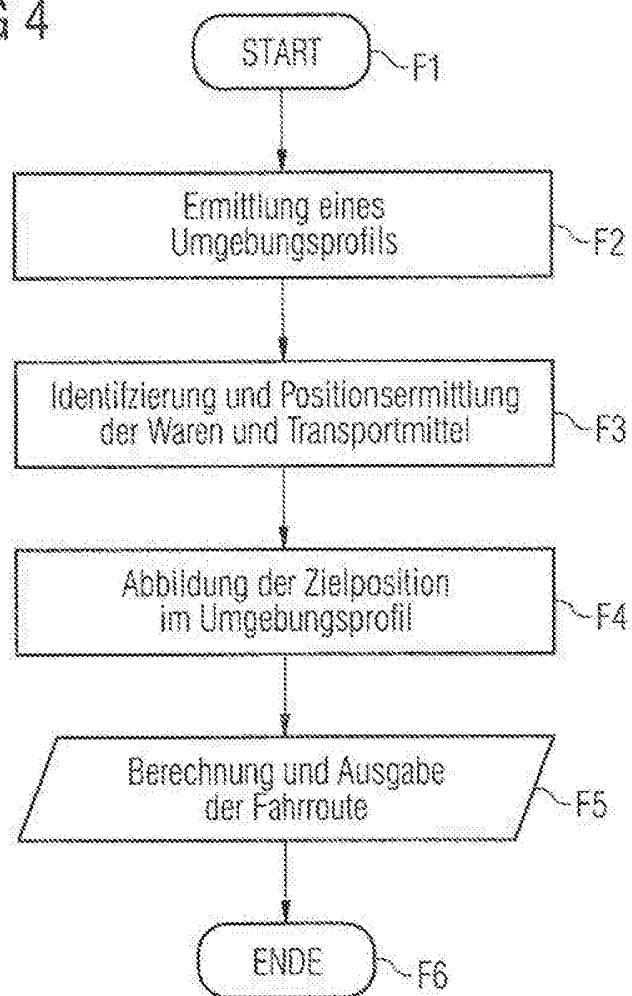
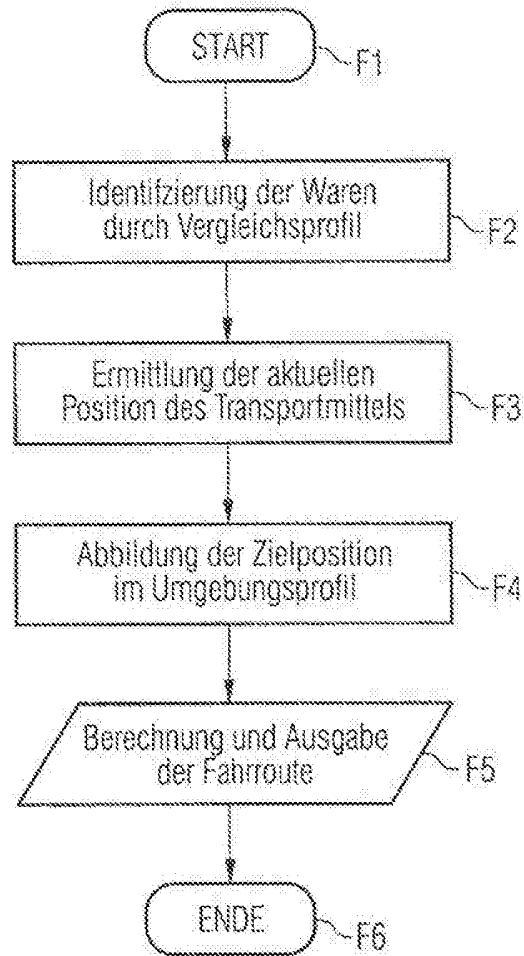


FIG 5



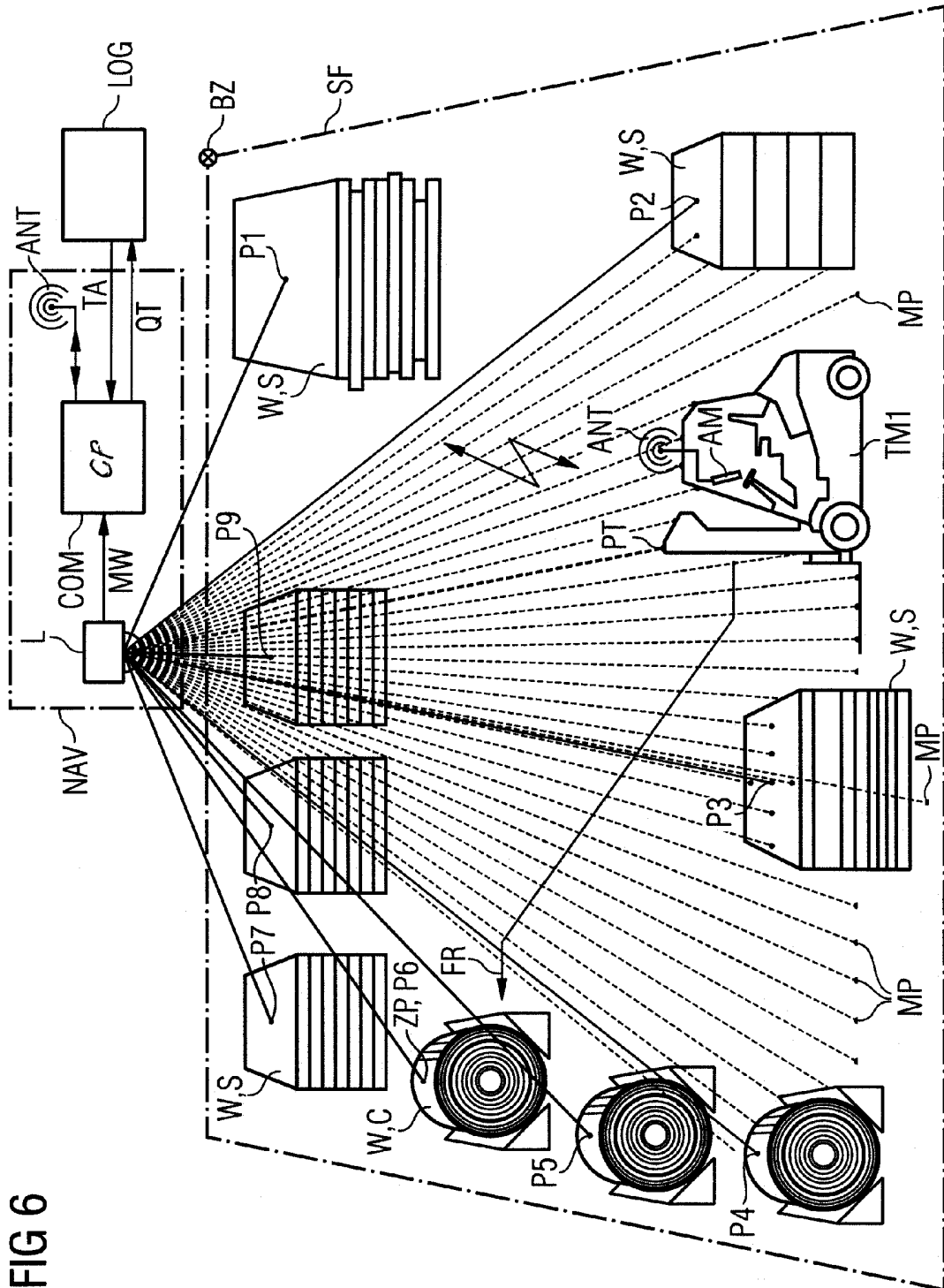


FIG 6

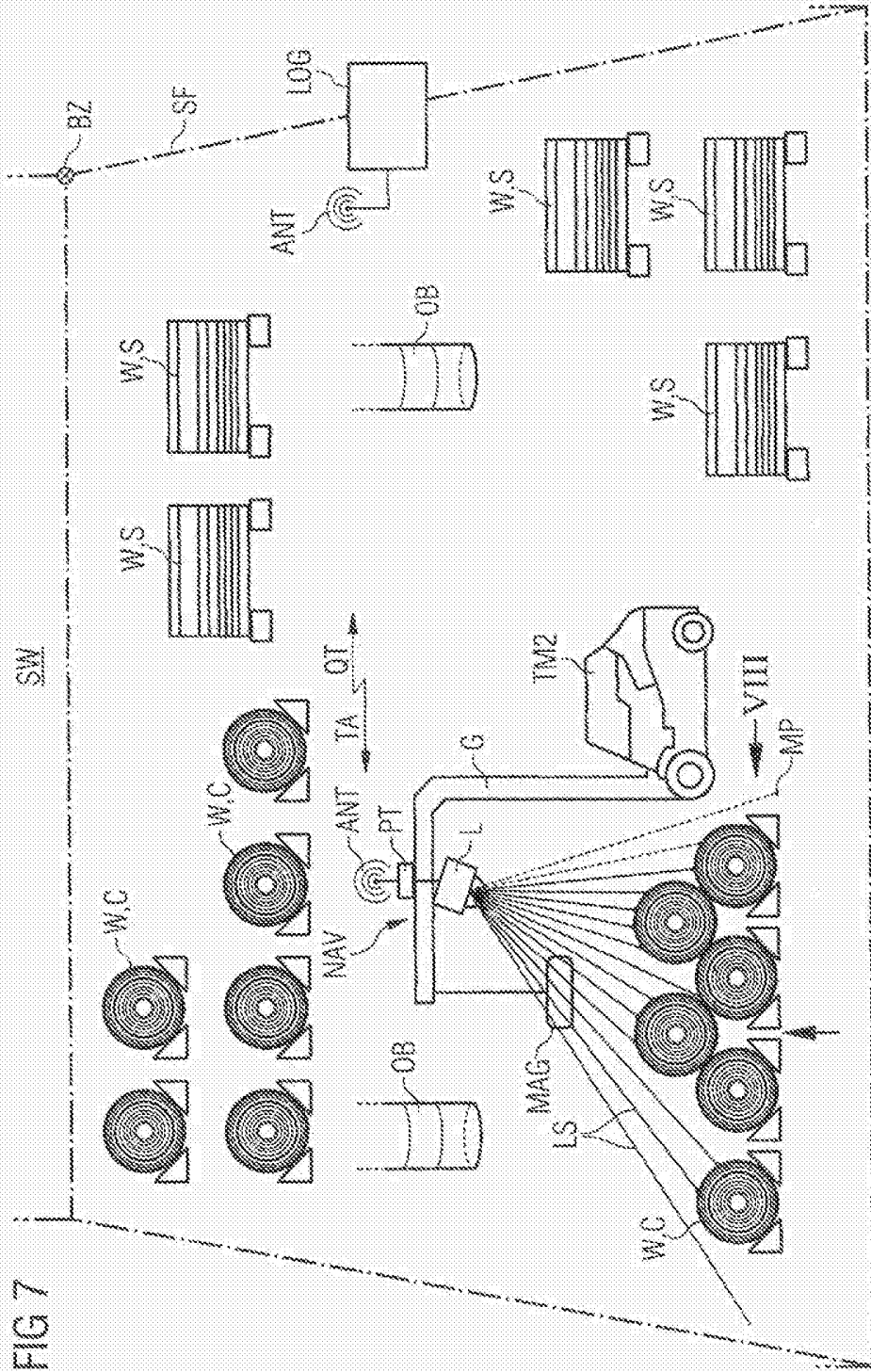


FIG 7

FIG 8

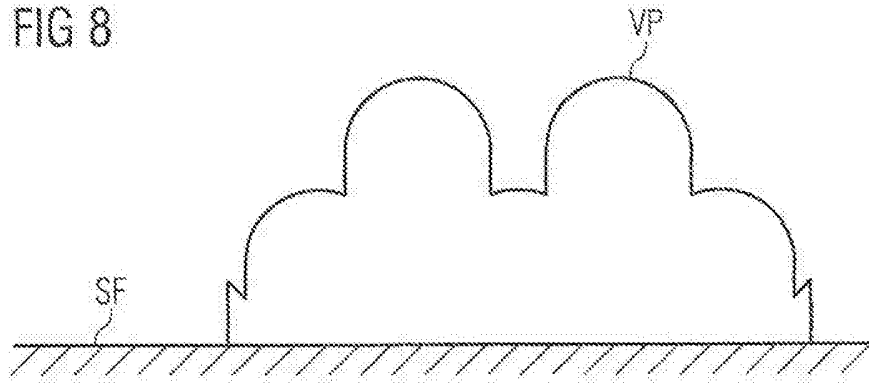


FIG 9

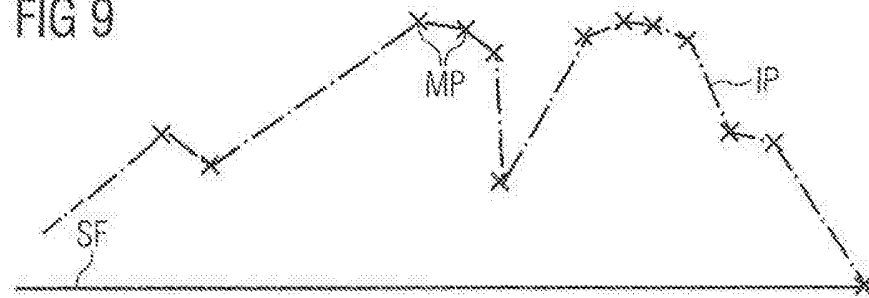
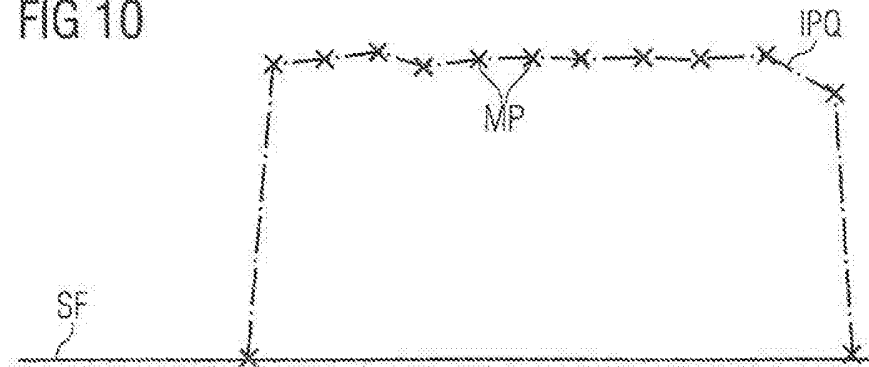


FIG 10



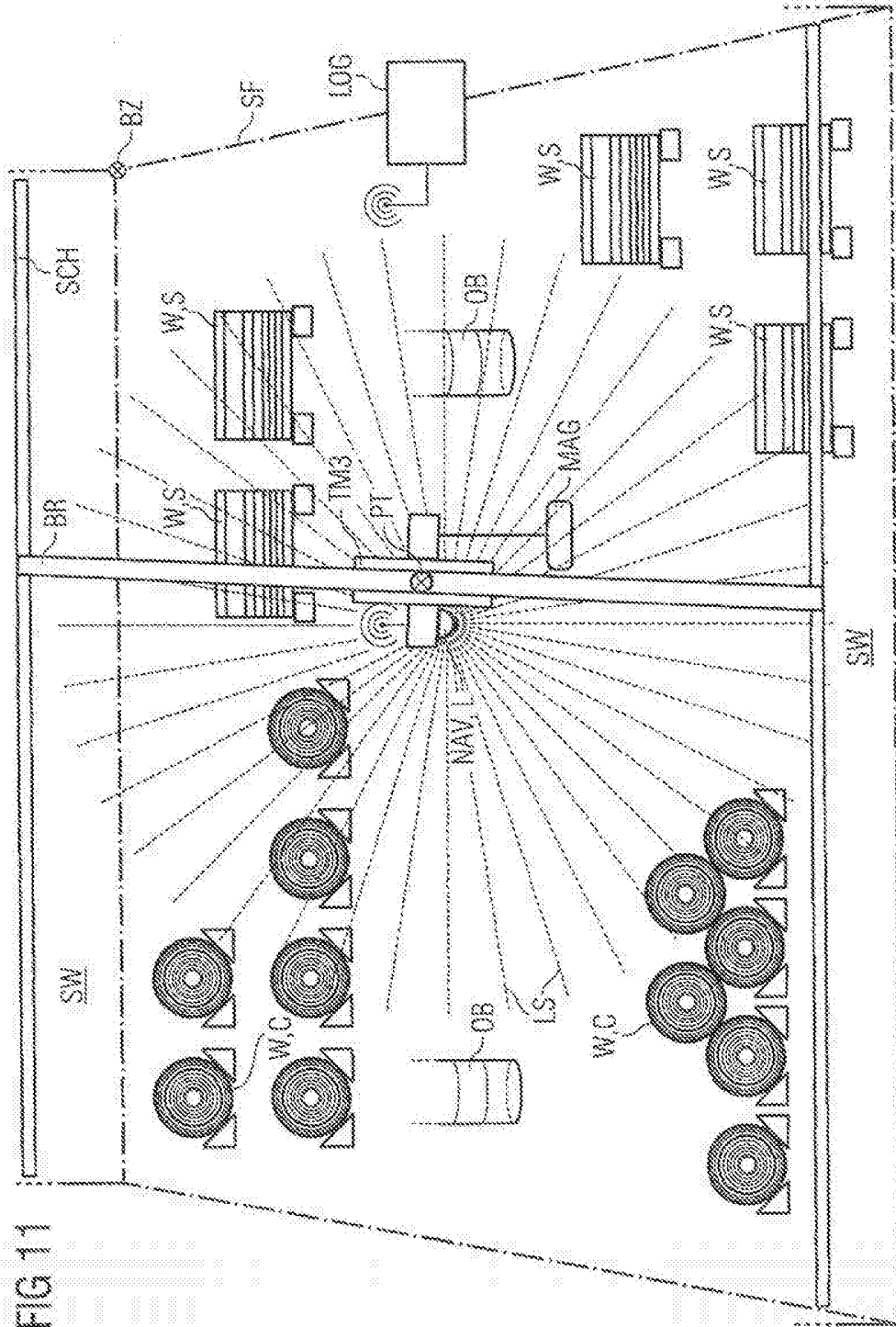


FIG 11

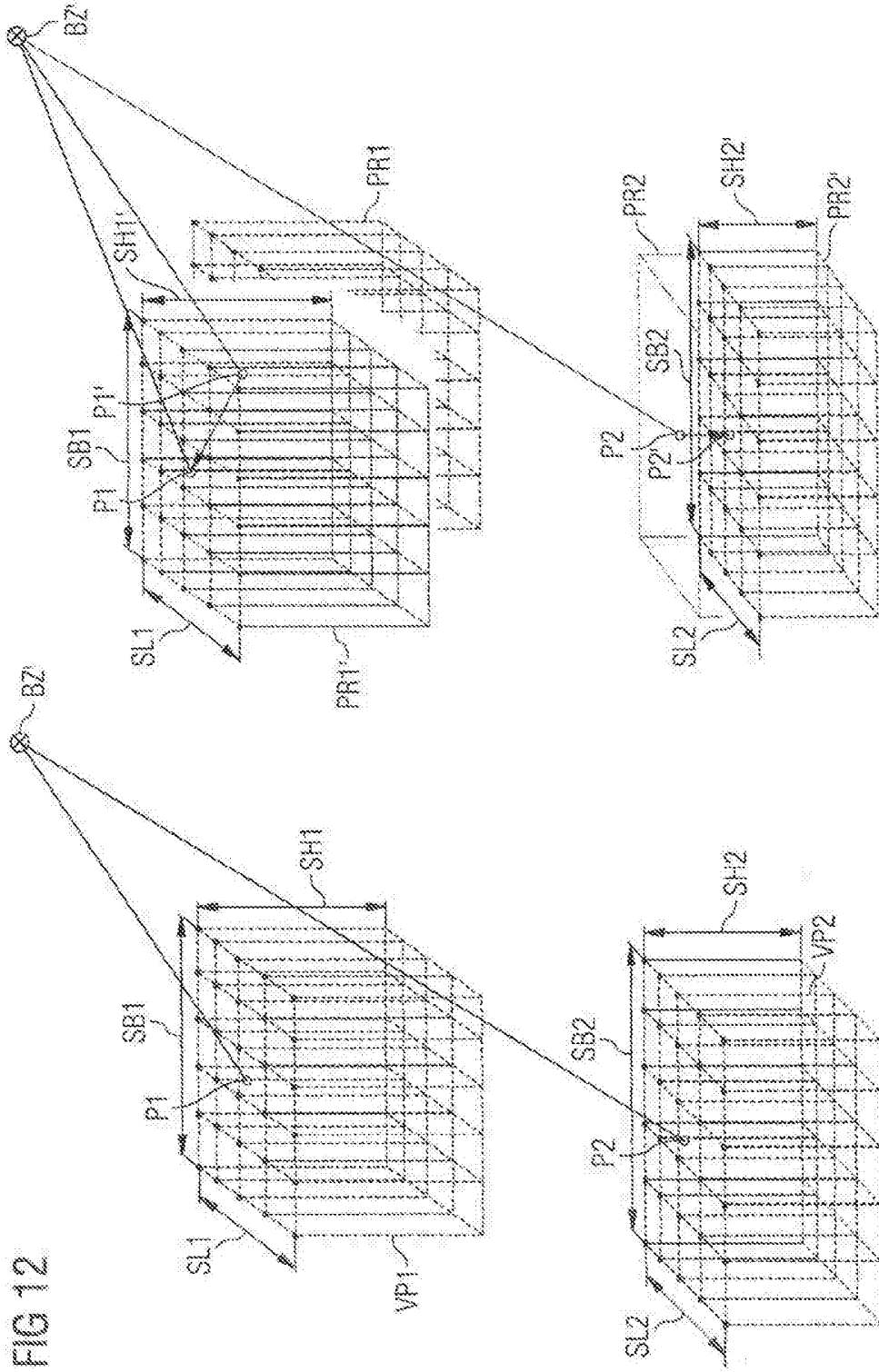


FIG 12

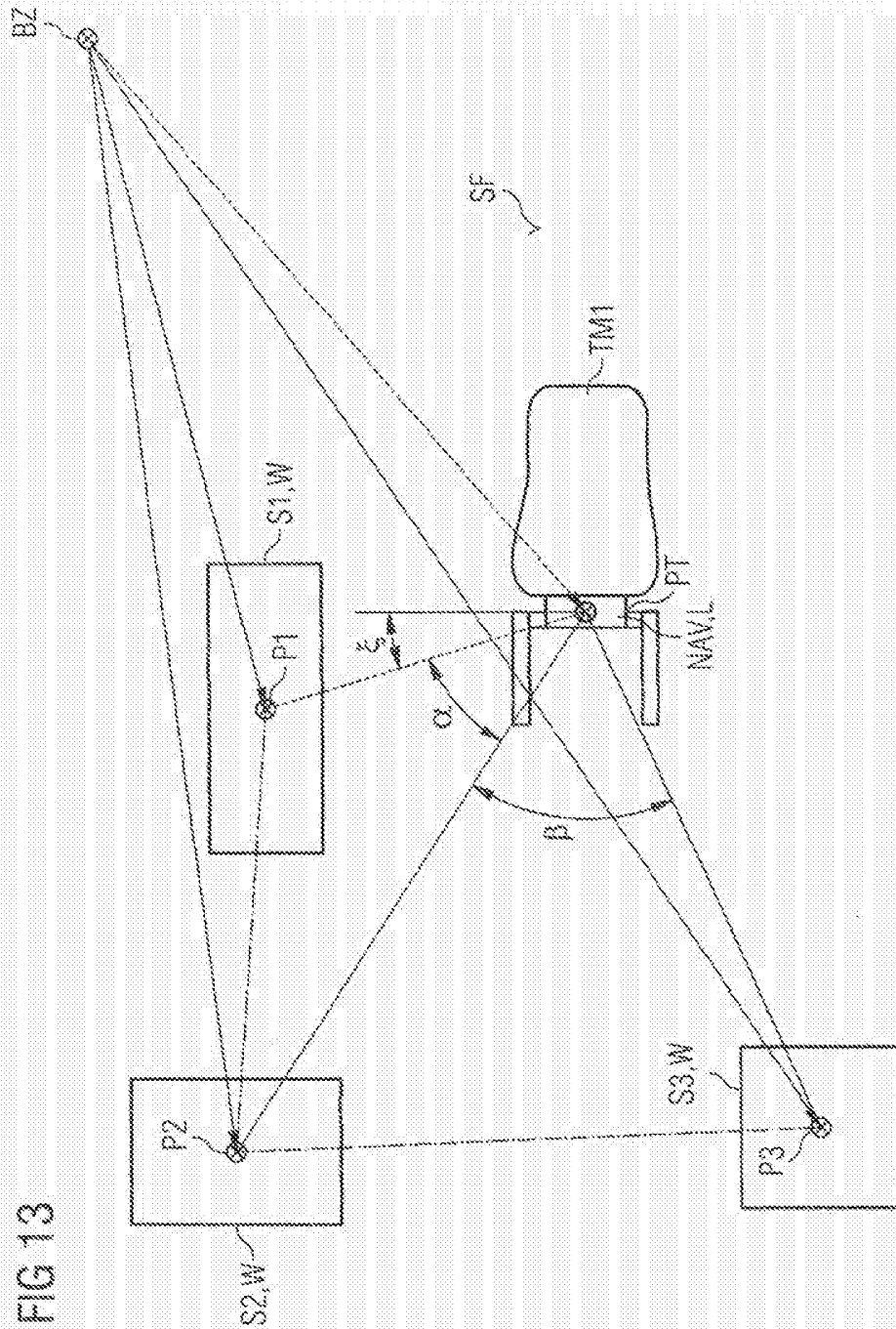


FIG 13