



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.03.2016 Patentblatt 2016/09

(51) Int Cl.:
E01C 23/01 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15180819.3**

(22) Anmeldetag: **12.08.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Fritz, Matthias**
53545 Linz am Rhein (DE)
• **Barimani, Cyrus**
53639 Königswinter (DE)
• **Hähn, Günter**
53639 Königswinter (DE)

(30) Priorität: **28.08.2014 DE 102014012836**

(74) Vertreter: **Oppermann, Frank**
OANDO Oppermann & Oppermann LLP
Washingtonstrasse 75
65189 Wiesbaden (DE)

(71) Anmelder: **Wirtgen GmbH**
53578 Windhagen (DE)

(54) **SELBSTFAHRENDE BAUMASCHINE UND VERFAHREN ZUR VISUALISIERUNG DES BEARBEITUNGSUMFELDES EINER SICH IM GELÄNDE BEWEGENDEN BAUMASCHINE**

(57) Die Anmeldung betrifft eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine oder einen Gleitschalungsfertiger, die für ein geplantes Projekt im Gelände translatorische und/oder rotatorische Bewegungen ausführen kann. Darüber hinaus betrifft die Anmeldung ein Verfahren zur Visualisierung des Bearbeitungsumfeldes einer sich im Gelände bewegenden Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine oder einen Gleitschalungsfertiger. Die Baumaschine verfügt über eine Bildaufzeichnungseinheit 19 zum Aufzeichnen eines Bildausschnitts 20A des Geländes, der in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine im Gelände abhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) liegt, und eine Anzeigeeinheit 20 zur Anzeige des Bildausschnitts 20A des Geländes. Darüber hinaus weist die Baumaschine eine Datenverarbeitungseinheit 21 auf, die derart konfiguriert ist, dass dem auf der Anzeigeeinheit 20 angezeigten Bildausschnitt 20A des Geländes eine Darstellung eines Teils des in dem Bildausschnitt liegenden Projekts überlagert wird, so dass das Projekt in dem Bildausschnitt visualisiert wird. Die Anzeigeeinheit 20 zeigt somit nicht nur den realen Bildausschnitt, sondern auch ein virtuelles Bild des Projektes, so dass die Wahrnehmung des Maschinenführers erweitert wird. Folglich kann der Maschinenführer auf der Anzeigeeinheit 20 erkennen, ob das der Steuerung zugrunde liegende Projekt mit der Realität zusammenpasst.

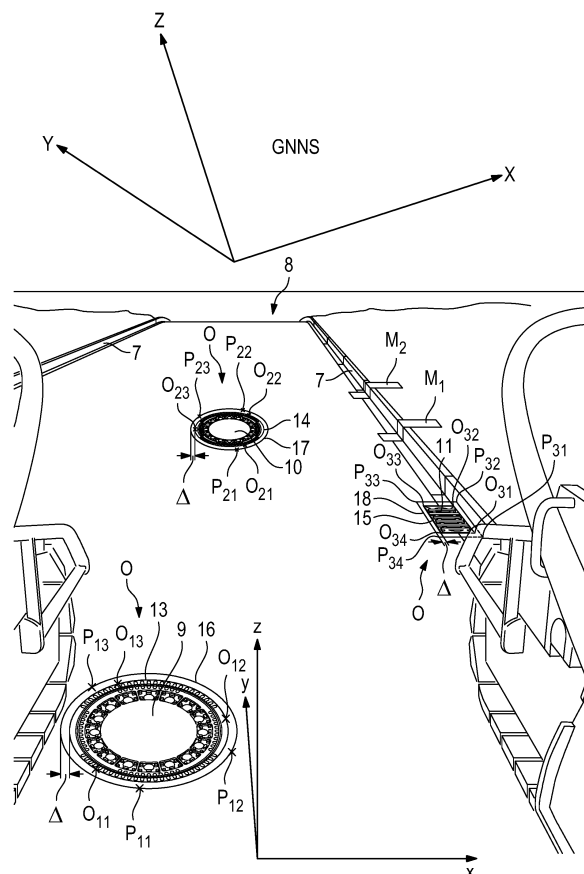


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine oder einen Gleitschalungsfertiger, die über ein Fahrwerk, das in Arbeitsrichtung vordere und hintere Räder oder Laufwerke aufweist, ein von dem Fahrwerk getragenen Maschinenrahmen, eine Antriebseinrichtung zum Antreiben der vorderen und/oder hinteren Räder oder Laufwerke und eine Lenkeinrichtung zum Lenken der vorderen und/oder hinteren Räder oder Laufwerke verfügt, so dass die Baumaschine im Gelände translatorische und/oder rotatorische Bewegungen ausführen kann. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Visualisierung des Bearbeitungsumfeldes einer sich im Gelände bewegendes Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine oder einen Gleitschalungsfertiger.

[0002] Es sind verschiedene Arten von selbstfahrenden Baumaschinen bekannt. Zu diesen Maschinen zählen insbesondere die bekannten Gleitschalungsfertiger oder Straßenfräsmaschinen. Diese Baumaschinen zeichnen sich dadurch aus, dass sie über eine Arbeits-einrichtung zum Errichten von Baukörpern auf dem Gelände oder zum Verändern des Geländes verfügen.

[0003] Die Gleitschalungsfertiger verfügen über eine Einrichtung zum Formen von fließfähigem Material, insbesondere Beton, die auch als Betonmulde bezeichnet wird. Mit der Betonmulde können Baukörper unterschiedlicher Ausbildung, beispielsweise Leitwände oder Wasserrinnen hergestellt werden. Bei den Straßenfräsen weist die Arbeitseinrichtung eine mit Fräswerkzeugen bestückte Fräswalze auf, mit der von der Straßenoberfläche Material in einer vorgegebenen Arbeitsbreite abgefräst werden kann.

[0004] Die EP 2 336 424 A2 beschreibt eine selbstfahrende Baumaschine, die über eine Einheit zur Ermittlung von einer Sollkurve beschreibenden Daten in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Bezugssystem und eine Steuereinheit verfügt, die derart ausgebildet ist, dass sich ein Referenzpunkt auf der Baumaschine ausgehend von einem vorgegebenen Startpunkt, an der die Baumaschine eine vorgegebene Position und Orientierung im Gelände hat, auf der Sollkurve bewegt.

[0005] Aus der EP 2 719 829 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Baumaschine bekannt, bei dem die eine Sollkurve beschreibenden Daten in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Bezugssystem mittels eines Messgerätes (Rover) im Gelände ermittelt und in einen Arbeitsspeicher der Baumaschine eingelesen werden. Das bekannte Verfahren ermöglicht die Steuerung der Baumaschine ohne größeren vermessungstechnischen Aufwand mit hoher Genauigkeit.

[0006] Bei der Planung eines Bauvorhabens, das mit den bekannten Gleitschalungsfertigern oder Straßenfräsen durchgeführt werden soll, stellt sich das Problem, dass bereits im Gelände vorhandene Objekte, beispiels-

weise Wasserabläufe, Hydranten oder Schachtdeckel Berücksichtigung finden müssen. Der Baukörper sollte beispielsweise nicht auf einem Wasserablauf liegen oder der Bereich des Geländes, in dem beispielsweise ein Hydrant oder Schachtdeckel liegt, sollte nicht verändert werden.

[0007] Zur Berücksichtigung von im Gelände vorhandenen Objekten ist ein Eingriff in die Maschinensteuerung notwendig, der manuell vorgenommen werden kann.

[0008] Die Fräswalze einer Straßenfräsmaschine muss beispielsweise beim Überfahren eines Hydranten unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes innerhalb einer vorgegebenen Wegstrecke, die von den Abmessungen des Hydranten abhängig ist, aus einer vorgegebenen Position in Bezug auf die zu bearbeitende Oberfläche angehoben werden. Der Maschinenführer kann die genaue Position des Hydranten auf der Höhe der Fräswalze in der Praxis aber nicht erkennen, da sich die Fräswalze unterhalb des Fahrstandes befindet. Daher wird die Position eines Hydranten in dem Gelände in der Praxis mit seitlichen Linien markiert, die für den Maschinenführer oder eine andere Person erkennbar sind. Die Markierung vorhandener Objekte im Gelände erweist sich aber in der Praxis als nachteilig. Zunächst erfordert die Markierung der Objekte einen zusätzlichen Arbeitsschritt. Darüber hinaus ist es schwierig, die Linien exakt im rechten Winkel zur Fahrtrichtung zu ziehen. Ferner sind die Linien bei Dunkelheit nicht oder nur schwer zu erkennen. Im Übrigen ist die Markierung der Objekte bei Regen nicht ohne weiteres möglich. Wegen der Ungenauigkeiten ist es daher erforderlich, einen relativ großen Sicherheitsabstand zu wählen, der größere Nacharbeiten erforderlich macht.

[0009] Bei einem Gleitschalungsfertiger stellt sich das gleiche Problem, wenn ein Baukörper errichtet werden soll, der nicht auf, sondern neben im Gelände vorhandenen Objekten liegen soll. Wenn sich der Baukörper beispielsweise entlang eines Bordsteins erstrecken soll, können neben dem Bordstein liegende Wasserabläufe vom Maschinenführer nicht erkannt werden, wenn sich die Wasserabläufe unmittelbar vor oder neben der Maschine befinden. Bei einem Gleitschalungsfertiger kommt erschwerend hinzu, dass keine kurzfristigen Korrekturen an der Bahnkurve möglich sind, wenn erst kurz vor dem Wassereinlauf festgestellt wird, dass die geplante Bahnkurve über diesen verläuft.

[0010] Für eine automatische Steuerung der Baumaschine auch unter Berücksichtigung im Gelände vorhandener Objekte ist es grundsätzlich möglich, die Form und Lage der Objekte im Gelände zu ermitteln. Wenn Form und Lage der Objekte bekannt sind, kann ein Eingriff in die Maschinensteuerung auch automatische vorgenommen werden, beispielsweise kann beim Überfahren des Objektes die Fräswalze einer Straßenfräsmaschine automatisch angehoben werden. Dies setzt aber eine exakte Bestimmung der Form und Lage des Objektes, beispielsweise des Hydranten in Bezug auf das Koordina-

tensystem voraus, in dem sich die Baumaschine bewegen soll. Andernfalls kann der Hydrant oder die Baumaschine beschädigt werden.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine oder einen Gleitschalungsfertiger, zu schaffen, der die Berücksichtigung von im Gelände vorhandener Objekte bei der Steuerung der Baumaschine für die Errichtung eines Baukörpers oder der Veränderung des Geländes in der Praxis vereinfacht. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich die Berücksichtigung von im Gelände vorhandener Objekte vereinfachen lässt.

[0012] Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Die Gegenstände der abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0013] Die erfindungsgemäße Baumaschine ist eine selbstfahrende Baumaschine, die über eine Arbeitseinrichtung zur Errichtung von Baukörpern auf dem Gelände, beispielsweise eine Einrichtung zum Formen von Beton, oder eine Einrichtung zum Verändern des Geländes, beispielsweise eine Fräswalze, verfügt. Für die Erfindung ist nicht von Bedeutung, wie die Arbeitseinrichtung im Einzelnen ausgebildet ist. Die Baumaschine kann beispielsweise eine Straßenfräsmaschine oder ein Gleitschalungsfertiger sein. Sie kann auch ein Straßenfertiger sein, bei dem sich das gleiche Problem der Berücksichtigung von bereits im Gelände vorhandenen Objekten stellt.

[0014] Die Baumaschine verfügt über eine Bildaufzeichnungs- oder Bildaufnahmeeinheit zum Aufzeichnen eines Bildausschnitts des Geländes, der in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine im Gelände abhängigen Koordinatensystem liegt, und eine Anzeigeeinheit zur Anzeige des Bildausschnitts des Geländes. Der Bildausschnitt sollte so gewählt werden, dass sämtliche für die Steuerung der Baumaschine relevanten Bereiche erfasst werden, wobei der Bildausschnitt auch Bereiche umfassen kann, die für den Maschinenführer vom Fahrstand aus nicht einsehbar sind. Die Bildaufzeichnungseinheit kann eine oder mehrere Kamera-Systeme umfassen. Wenn die Bildaufzeichnungseinheit mehrere Kamera-Systeme aufweist, kann der Bildausschnitt aus mehreren Bildern zusammengesetzt werden, die jeweils mit einem Kamera-System aufgenommen werden. Jedem Kamera-System kann aber auch ein eigener Bildausschnitt zugeordnet werden.

[0015] Das Kamera-System kann eine Kamera oder zwei Kameras (Stereokamera-System) umfassen. Wenn bei der Aufnahme mit einer Kamera eine dreidimensionale Szene auf die zweidimensionale Bildebene der Kamera abgebildet wird, ergibt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Koordinaten eines Objektes, den Koordinaten der Abbildung des Objektes auf der Bildebene und der Brennweite der Kamera. Allerdings geht durch die zweidimensionale Abbildung die Tiefeninformation verloren.

[0016] Für die Erfindung ist ausreichend, wenn das Kamera-System nur eine Kamera aufweist, da in der Praxis die Krümmung der Geländeoberfläche in dem von der Kamera aufgenommenen Bildausschnitt vernachlässigt werden kann. Außerdem sind für die Erfindung nur zweidimensionale Szenen relevant, d. h. die Umrisslinien der Objekte in einer Ebene (Geländeoberfläche). Darauf ist die Erfindung aber nicht beschränkt.

[0017] Zur Erfassung dreidimensionaler Szenen und/oder der Berücksichtigung einer Krümmung der Geländeoberfläche kann das mindestens einer Kamera-System der Bildaufzeichnungseinheit auch ein Stereokamera-System sein, das zwei Kameras umfasst, die achsparallel in einem vorgegebenen horizontalen Abstand angeordnet sind, um nach den bekannten Verfahren aus der Disparität die Tiefeninformation gewinnen zu können.

[0018] Die Erfindung setzt eine Einrichtung zur Bereitstellung von Projekt-Daten voraus, die Form und Lage mindestens eines Projektes in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem beschreiben. Unter einem Projekt werden sämtliche mit der Baumaschine auszuführende Arbeiten verstanden, die eine Grundlage für die Steuerung der Baumaschine bilden, wobei das Projekt dadurch bestimmt wird, welche Arbeiten (Form) an einem bestimmten Ort (Lage) durchgeführt werden. Das Projekt kann in der Errichtung eines Baukörpers oder der Veränderung des Geländes liegen. So können die Projekt-Daten diejenigen Daten sein, die Form und Lage eines im Gelände zu errichtenden Baukörpers beschreiben. Bei den bekannten Gleitschalungsfertigern können die Projekt-Daten beispielsweise die Form und Lage einer zu errichtenden Leitwand beschreibende Daten oder bei den bekannten Straßenfräsmaschinen die eine im Gelände zu bearbeitenden oder auch nicht zu bearbeitende Fläche beschreibende Daten sein. Die Projekt-Daten stellen Parameter für die Steuerung der Baumaschine dar, die beispielsweise auch die Vorschubgeschwindigkeit und Neigung der Betonmulde eines Gleitschalungsfertigers oder die Frästiefe einer Fräsmaschine umfassen. Für die Erfindung ist nur entscheidend, dass Projekt-Daten eines oder mehrerer beliebiger Projekte zur Verfügung stehen.

[0019] Darüber hinaus weist die Baumaschine eine Datenverarbeitungseinheit auf, die derart konfiguriert ist, dass dem auf der Anzeigeeinheit angezeigten Bildausschnitt des Geländes der in dem Bildausschnitt liegende Teil des Projekts überlagert wird, so dass zumindest ein Teil des Projekts in dem Bildausschnitt angezeigt wird. Die Anzeigeeinheit zeigt somit nicht nur den realen Bildausschnitt, sondern auch ein virtuelles Bild des Projektes, so dass die Wahrnehmung des Maschinenführers erweitert wird. Folglich kann der Maschinenführer auf der Anzeigeeinheit erkennen, ob das der Steuerung zugrunde liegende Projekt mit der Realität zusammenpasst.

[0020] Wenn bei der Generierung der Projekt-Daten ein Fehler aufgetreten sein sollte, kann der Maschinenführer schon im Voraus einen Eingriff in die Maschinen-

steuerung vornehmen. Alternativ kann auch ein automatischer Eingriff in die Maschinensteuerung vorgenommen werden. Dieser Fehler kann beispielsweise darin liegen, dass das oder die im Gelände vorhandenen Objekte, die die Realität widerspiegeln, für die Steuerung der Baumaschine nicht oder nicht korrekt erfasst worden sind. Beispielsweise kann der Maschinenführer erkennen, wenn die zu bearbeitende Fläche, beispielsweise die mit einer Straßenfräsmaschine abzufräsende Fläche auf einem Hydranten liegen oder der mit einem Gleitschalungsfertiger zu errichtende Baukörper, beispielsweise eine Leitwand, über einen Wassereinflauf verlaufen sollte.

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Baumaschine eine Einrichtung zur Ermittlung von die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibende Positions-/Orientierungs-Daten in einem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem aufweist. Die Projekt-Daten werden in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem ermittelt, das sich mit der Bewegung der Baumaschine im Gelände nicht verändert.

[0022] Die Einrichtung zur Ermittlung von den die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibenden Positions-/Orientierungs-Daten umfasst vorzugsweise ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), das einen ersten und einen zweiten GNSS-Empfänger zur Dekodierung von GNSS-Signalen des globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) und Korrektursignalen einer Referenzstation für die Bestimmung der Position und Orientierung der Baumaschine aufweisen kann, wobei der erste und zweite GNSS-Empfänger an der Baumaschine in unterschiedlichen Positionen angeordnet sind. Mit dem ersten und zweiten GNSS-Empfänger kann die Messgenauigkeit erhöht werden. Anstelle eines globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) kann die Position und Orientierung der Baumaschine auch mit einem satellitenunabhängigen System, beispielsweise mit einem Tachymeter, ermittelt werden.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die die Form und Lage des mindestens einen Projektes beschreibenden Projekt-Daten in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem in Abhängigkeit von der bekannten Position und Orientierung der Baumaschine in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem in das von der Position und Orientierung der Baumaschine abhängige Koordinatensystem transformiert werden. Die in dem feststehenden Koordinatensystem bereitstehenden Projekt-Daten können dann dem Bildausschnitt in Echtzeit überlagert werden, so dass das Projekt immer in korrekter Ausrichtung zu dem realen Bild, das sich mit der Bewegung der Baumaschine laufend ändern kann, sichtbar ist.

[0024] Aus den Projekt-Daten können mit der Bildverarbeitungseinheit unterschiedliche Bilddaten gewonnen werden, mit denen sich das Projekt auf der Anzeigeein-

heit für den Maschinenführer visualisieren lässt. Für die Visualisierung ist eine vereinfachte Darstellung des Projektes im Allgemeinen ausreichend. Vorzugsweise umfassen die Projekt-Daten mindestens eine Umrisslinie des Projektes beschreibende Daten, wobei die Datenverarbeitungseinheit derart konfiguriert ist, dass in dem Bildausschnitt des Geländes die mindestens eine Umrisslinie des Projektes angezeigt wird. Mit der Umrisslinie sind die Lage und die Form des Projektes in dem Bildausschnitt ausreichend gekennzeichnet. Wenn das Projekt beispielsweise ein Baukörper ist, kann der Baukörper auch durch eine farbliche Unterlegung oder eine Schraffur noch hervorgehoben oder allein dadurch dargestellt werden.

[0025] Bei einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Datenverarbeitungseinheit derart konfiguriert, dass Objekt-Daten ermittelt werden, die die Form und Lage von mindestens einem realen Objekt in dem Bildausschnitt des Geländes beschreiben, wobei die Projekt-Daten dann mit den Objekt-Daten verglichen werden. In diesem Zusammenhang werden unter Objekt-Daten sämtliche Daten verstanden, mit denen die Form und Lage der in dem Gelände vorhandenen und mit der Bildaufzeichnungseinheit aufgezeichneten Objekte beschrieben werden, die als reale Objekte in dem Bildausschnitt dargestellt werden. Die Objekt-Daten können beispielsweise Lage und Form eines Baukörpers, beispielsweise eines Hydranten oder eines Wassereinflaues im Gelände beschreiben, der bei der Errichtung eines Baukörpers oder der Veränderung des Geländes nicht abgedeckt oder beschädigt werden soll. Der Vergleich der Projekt-Daten mit den Objekt-Daten ermöglicht über die Erweiterung der Wahrnehmung des Maschinenführers hinaus eine computerunterstützte Überwachung der Steuerung der Baumaschine, wobei festgestellt werden kann, dass die ermittelten Projekt-Daten nicht mit den Objekt-Daten (Realität) übereinstimmen. Bei dem Vergleich können die bekannten mathematischen Algorithmen verwendet werden, um beispielsweise feststellen zu können, ob der Baukörper tatsächlich neben dem Wassereinflauf liegt.

[0026] Eine besonders einfache Auswertung der Daten sieht vor, den Abstand zwischen mindestens einem auf die Umrisslinie des Projektes bezogenen Referenzpunkt und mindestens einem auf die Umrisslinie des Objektes bezogenen Referenzpunkt zu ermitteln. Der Referenzpunkt kann dabei selbst auf der Umrisslinie, beispielsweise auf einem Kreis oder Kreisbogen, oder neben der Umrisslinie liegen, beispielsweise auf dem Mittelpunkt eines Kreises liegen. Der ermittelte Abstand wird vorzugsweise mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen wird. Wenn der Abstand zwischen auf den Umrisslinien liegenden Referenzpunkten kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist, kann darauf geschlossen werden, dass ein Mindestabstand nicht eingehalten ist. Dieser Mindestabstand kann auf der Anzeigeeinheit visualisiert werden. Eine weitere Möglichkeit sind die von den Umrisslinien eingeschlossenen Flächen der Auswertung

zugrunde zulegen. Es ist auch möglich, zu bestimmen, ob sich die unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Mindestabstandes um das Objekt festgelegte Umrisslinie des Projektes mit der Umrisslinie des Objektes schneidet. Für den Fall, dass die Projekt-Linie die Objekt-Linie schneidet, kann darauf geschlossen werden, dass die Projekt-Linie nicht die Objekt-Linie umschließt, d. h. Projekt und Objekt nicht zusammenpassen, sondern sich zumindest teilweise überlappen.

[0027] Die Baumaschine weist vorzugsweise eine Alarm-Einheit auf, die einen optischen und/oder akustischen und/oder taktilen Alarm gibt, wenn die Datenverarbeitungseinheit festgestellt hat, dass Projekt und Objekt nicht zusammenpassen, beispielsweise sich die Projekt-Linie und Objekt-Linie schneiden und/oder der ermittelte Abstand zwischen den Umrisslinien von Projekt und Objekt kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist. Es kann auch ein Steuersignal für einen Eingriff in die Maschinensteuerung erzeugt werden.

[0028] Für die Erfindung ist unerheblich, wie Projekt-Daten bereitgestellt werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Baumaschine eine Schnittstelle zum Einlesen der Projekt-Daten und eine Speichereinheit zum Speichern der eingelesenen Projekt-Daten auf. Damit ist es möglich, die für die Steuerung der Baumaschine erforderlichen Projekt-Daten schon vorher zu ermitteln. Die Projekt-Daten werden vorzugsweise im Gelände mit einem vorzugsweise satellitengestützten Messgerät (Rover) ermittelt.

[0029] Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0030] Es zeigen:

- Fig. 1A ein Ausführungsbeispiel eines Gleitschalungsfertigers in der Seitenansicht,
- Fig. 1B den Gleitschalungsfertiger von Fig. 1A in der Draufsicht,
- Fig. 2A ein Ausführungsbeispiel einer Straßenfräsmaschine in der Seitenansicht,
- Fig. 2B die Straßenfräsmaschine von Fig. 2A in der Draufsicht,
- Fig. 3 die mit einer Straßenfräsmaschine zu bearbeitende Straßenoberfläche zusammen mit dem von der Bewegung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem und dem von der Bewegung der Baumaschine abhängigen Koordinatensystem,
- Fig. 4 den auf der Anzeigeeinheit der Straßenfräsmaschine angezeigten Bildausschnitt des Geländes,
- Fig. 5A ein Beispiel für die Überlagerung der Umriss-

linien eines Projektes und eines Objektes in dem Bildausschnitt, wobei sich die Umrisslinien von Projekt und Objekt nicht schneiden,

- 5 Fig. 5B ein Beispiel für die Überlagerung der Umrisslinien eines Projektes und eines Objektes in dem Bildausschnitt, wobei sich die Umrisslinien von Projekt und Objekt schneiden,
- 10 Fig. 6 den auf der Anzeigeeinheit eines Gleitschalungsfertigers angezeigten Bildausschnitt des Geländes, wobei Projekt und Objekt genau zusammenpassen,
- 15 Fig. 7 den auf der Anzeigeeinheit eines Gleitschalungsfertigers angezeigten Bildausschnitt des Geländes, wobei Projekt und Objekt nicht zusammenpassen und
- 20 Fig. 8 ein Blockschaltbild mit den wesentlichen Komponenten für die Visualisierung des Bearbeitungsumfeldes der erfindungsgemäßen Baumaschine.
- 25 **[0031]** Die Figuren 1A und 1B zeigen in der Seitenansicht und Draufsicht als Beispiel für eine selbstfahrende Baumaschine einen Gleitschalungsfertiger. Ein derartiger Gleitschalungsfertiger ist in der EP 1 103 659 B1 im Einzelnen beschrieben. Da Gleitschalungsfertiger als solche zum Stand der Technik gehören, werden hier nur die für die Erfindung wesentlichen Komponenten der Baumaschine beschrieben.
- 30 **[0032]** Der Gleitschalungsfertiger 1 weist einen Maschinenrahmen 2 auf, der von einem Fahrwerk 3 getragen wird. Das Fahrwerk 3 weist zwei vordere und zwei hintere Kettenlaufwerke 4A, 4B auf, die an vorderen und hinteren Hubsäulen 5A, 5B befestigt sind. Die Arbeitsrichtung (Fahrtrichtung) des Gleitschalungsfertigers ist mit einem Pfeil A gekennzeichnet. Es kann aber auch nur ein vorderes oder hinteres Laufwerk vorgesehen sein.
- 35 **[0033]** Die Kettenlaufwerke 4A, 4B und Hubsäulen 5A, 5B bilden die Antriebseinrichtung des Gleitschalungsfertigers zum Ausführen von translatorischen und/oder rotatorischen Bewegungen der Baumaschine auf dem Gelände. Durch Anheben und Absenken der Hubsäulen 5A, 5B kann der Maschinenrahmen 2 gegenüber dem Boden in der Höhe und Neigung bewegt werden. Mit den Kettenlaufwerken 4A, 4B kann der Gleitschalungsfertiger vor- und zurückbewegt werden. Damit hat die Baumaschine drei translatorische und drei rotatorische Freiheitsgrade.
- 40 **[0034]** Der Gleitschalungsfertiger 1 verfügt über eine nur andeutungsweise dargestellte Vorrichtung 6 zum Formen von Beton, die nachfolgend als Betonmulde bezeichnet wird. Die Betonmulde 6 stellt die Arbeitseinrichtung des Gleitschalungsfertigers zur Errichtung eines Baukörpers mit einer vorgegebenen Form auf dem Ge-
- 45
- 50
- 55

lände dar.

[0035] Die Figuren 2A und 2B zeigen als weiteres Beispiel für eine selbstfahrende Baumaschine eine Straßenfräsmaschine in der Seitenansicht, wobei für die einander entsprechenden Teile die gleichen Bezugszeichen verwendet werden. Auch die Straßenfräsmaschine 1 weist einen Maschinenrahmen 2 auf, der von einem Fahrwerk 3 getragen wird. Das Fahrwerk 3 weist wieder vordere und hintere Kettenlaufwerke 4A, 4B auf, die an vorderen und hinteren Hubsäulen 5A, 5B befestigt sind. Es kann aber auch nur ein vorderes oder hinteres Laufwerk vorgesehen sein. Die Straßenfräsmaschine verfügt über eine Arbeitseinrichtung zum Verändern des Geländes. Hierbei handelt es sich um eine Fräseinrichtung 6 mit einer mit Fräswerkzeugen bestückten Fräswalze, die in den Figuren aber nicht erkennbar ist. Das Fräsgut wird mit einer Fördereinrichtung F abtransportiert.

[0036] Die mit einer Straßenfräsmaschine zu bearbeitende Straßenoberfläche ist in Fig. 3 dargestellt. Auf dem Gelände verläuft eine von Bordsteinen 7 seitlich begrenzte Straße 8. Bei diesem Ausführungsbeispiel liegt das Projekt darin, den Belag der Straße abzufräsen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich auf der Straße bestimmte Objekte O befinden, beispielsweise Schachtdeckel in der Mitte des Straßenbelags und Wassereinfläufe an der Seite des Straßenbelags. Fig. 3 zeigt zwei Schachtdeckel 9, 10 und einen Wassereinflauf 11, die von der Straßenfräsmaschine beim Abfräsen des Straßenbelags überfahren werden. Die Darstellung in Fig. 3 entspricht aber nicht dem Sichtfeld des Maschinenführers. Die Objekte O auf der Straße kann der Maschinenführer auf dem Fahrstand der Baumaschine nicht sehen, da sie sich unmittelbar vor der Baumaschine oder unterhalb der Maschine befinden. Der Maschinenführer kann den Schachtdeckel insbesondere dann nicht erkennen, wenn sich die Fräswalze nur noch ein kurzes Stück vor dem Schachtdeckel befindet, d. h. genau zu dem Zeitpunkt, an dem der Maschinenführer die Fräswalze anheben muss. Dieser Bereich kann aber auch wegen des umherfliegenden Fräsgutes im Fräswalzengehäuse mit einer Kamera nicht überwacht werden.

[0037] Da der Maschinenführer die Schachtdeckel nicht erkennen kann, werden in der Praxis auf der Höhe der Schachtdeckel seitliche Markierungen angebracht, die in Fig. 3 mit M_1 und M_2 bezeichnet sind. Diese Markierungen sollen dem Maschinenführer oder einer anderen Person ermöglichen, die Position der Schachtdeckel zu erkennen, so dass die Fräswalze rechtzeitig angehoben werden kann. Derartige Markierungen sind aber bei der erfindungsgemäßen Baumaschine nicht erforderlich.

[0038] Die Lage und Form der kreisförmigen Schachtdeckel 9, 10 werden eindeutig durch drei auf dem Kreisumfang liegende Referenzpunkte O_{11} , O_{12} , O_{13} und O_{21} , O_{22} , O_{23} beschrieben. Lage und Form der rechteckförmigen Wassereinfläufe werden durch vier Referenzpunkte O_{31} , O_{32} , O_{33} , O_{34} beschrieben, die an den Ecken des Wassereinflaues liegen.

[0039] Das Projekt wird durch zuvor erstellte Projekt-

Daten beschrieben, die über eine geeignete Schnittstelle 12A in einen Arbeitsspeicher 12 der Baumaschine eingelesen werden (Fig. 8). Die Projekt-Daten enthalten die Koordinaten von für das Projekt charakteristischen Referenzpunkten, die in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) erfasst werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel liegen die Referenzpunkte auf den Umrisslinien 13, 14, 15, die in einem vorgegebenen Mindestabstand Δ die Umrisslinien 16, 17, 18 der Objekte O umschließen. Da bei diesem Ausführungsbeispiel die Objekte O kreisförmige Schachtdeckel 9, 10 und rechteckförmige Wassereinfläufe 11 sind, sind die das Projekt beschreibende Umrisslinien ebenfalls Kreise und Rechtecke. Die kreisförmigen Umrisslinien 13, 14 des Projektes werden eindeutig durch die Koordinaten von drei Referenzpunkten P_{11} , P_{12} , P_{13} und P_{21} , P_{22} , P_{23} und die rechteckförmigen Umrisslinien 15 des Projektes durch die Koordinaten von vier Referenzpunkten P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} in dem von der Bewegung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschrieben.

[0040] Die Projekt-Daten umfassen die Koordinaten der Referenzpunkte des Projektes in dem feststehenden, von der Bewegung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z). Sie kennzeichnen die abzufräsende Fläche, die außerhalb der Umrisslinien 13, 14, 15 des Projektes liegt. Die nicht zu bearbeitende Fläche ist die innerhalb der Umrisslinien 13, 14, 15 des Projektes liegende Fläche, in der die Objekte O liegen. Damit ist das Projekt eindeutig bestimmt.

[0041] Die Projekt-Daten können wie folgt ermittelt werden. Das feststehende Koordinatensystem (X, Y, Z) ist vorzugsweise das Koordinatensystem eines globalen Satellitennavigationssystems (GNSS), so dass die Referenzpunkte der Objekte mit einem Messgerät (Rover) auf einfache Weise erfasst werden können. Aus den Referenzpunkten O_{11} , O_{12} , O_{13} und O_{21} , O_{22} , O_{23} und O_{31} , O_{32} , O_{33} , O_{34} der Objekte werden unter Berücksichtigung eines Mindestabstandes Δ zwischen der Umrisslinie 13, 14, 15 des Projektes und der Umrisslinie 16, 17, 18 des Objektes die Referenzpunkte P_{11} , P_{12} , P_{13} und P_{21} , P_{22} , P_{23} und P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} des Projektes ermittelt. Die Projekt-Daten können in einer externen Speichereinheit, beispielsweise einem USB-Stick, gespeichert und über die Schnittstelle 12A in die interne Speichereinheit 12 der Baumaschine eingelesen werden. Mit diesen Daten kann die Baumaschine dann gesteuert werden. Wenn die Straßenfräsmaschine eine nicht zu bearbeitende Fläche erreicht, wird die Fräswalze in Bezug auf den Boden automatisch angehoben. Sobald die Straßenfräse die nicht zu bearbeitende Fläche überfahren hat, wird die Fräswalze wieder abgesenkt. Dadurch wird vermieden, dass der Schachtdeckel 9, 10 oder Wassereinflauf 11 bzw. die Baumaschine beschädigt wird. Das Anheben und Absenken der Fräswalze kann aber auch mit einem manuellen Eingriff in die Maschinensteuerung erfolgen, wobei dem Maschinenführer der Zeitpunkt, an dem der Eingriff vorzunehmen ist, signalisiert

wird.

[0042] In der Praxis kann es vorkommen, dass die Referenzpunkte des Projektes in dem von der Straßenfräsmaschine unabhängigen GNSS-Koordinatensystem unter Berücksichtigung des Objektes O nicht korrekt erfasst werden. Dann besteht die Gefahr, dass der Schachtdeckel 9, 10 oder Wassereinlauf 11 nicht innerhalb der zuvor festgelegten Umrisslinie 16, 17, 18 liegt, was zur Folge hätte, dass der Schachtdeckel oder Wassereinlauf bzw. die Maschine beschädigt wird.

[0043] Die Straßenfräsmaschine verfügt über eine Bildaufzeichnungseinheit 19, die ein am Maschinenrahmen 2 angeordnetes Kamera-System 19A aufweist, mit dem ein Bildausschnitt 20A des zu bearbeitenden Geländes, d. h. des Straßenbelags mit den Schachtdeckeln und Wassereinläufen, aufgenommen wird. Das Kamera-System 19A erfasst einen vom Maschinenführer auf dem Fahrstand nicht einsehbaren Bereich. Der Bildausschnitt 20A wird auf einer Anzeigeeinheit 20, beispielsweise ein LC-Display, angezeigt. Fig. 4 zeigt das Display der Anzeigeeinheit 20. Während sich die Straßenfräse im Gelände bewegt, verändert sich laufend das in dem Bildausschnitt 20A gezeigte Bild, so dass der Maschinenführer erkennen kann, dass er sich mit der Straßenfräse auf einen Schachtdeckel 9, 10 oder Wassereinlauf 11 zubewegt.

[0044] Darüber hinaus verfügt die Straßenfräsmaschine über eine Datenverarbeitungseinheit 21, mit der die bereitstehenden Projekt-Daten verarbeitet werden. Die Datenverarbeitungseinheit 21 ist derart konfiguriert, dass dem auf der Anzeigeeinheit 20 angezeigten Bildausschnitt 20A des Geländes das in dem Bildausschnitt liegende Projekt überlagert wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Umrisslinien 16, 17, 18 des Projektes, mit denen die zu bearbeitende Fläche bzw. die nicht zu bearbeitende Fläche gekennzeichnet werden, in dem Bildausschnitt 20 A so angezeigt, wie sie den zuvor ermittelten Projekt-Daten entsprechen. Der Maschinenführer kann somit auf der Anzeigeeinheit 20 sofort erkennen, wenn die Projekt-Daten nicht der Realität entsprechen sollten, d. h. die Umrisslinien 16, 17, 18 des Projektes nicht die Umrisslinien 13, 14, 15 der Objekte O in dem vorgegebenen Mindestabstand Δ konzentrisch umschließen sollten. Wenn die Schachtdeckel und Wassereinläufe innerhalb der angezeigten Umrisslinien liegen, kann die Steuerung der Straßenfräse hingegen ohne weiteren Eingriff in die Maschinensteuerung erfolgen.

[0045] Dem Bildausschnitt 20A ist ein von der Bewegung der Baumaschine im Gelände abhängiges Koordinatensystem (x, y, z) zugeordnet, das in Fig. 3 gezeigt ist. Die Position (Ursprung) und Ausrichtung dieses Koordinatensystems entspricht dem Standort und Blickwinkel der Kamera 19A auf der Baumaschine. In diesem Koordinatensystem werden Lage und Form der Objekte O ebenfalls durch entsprechende Koordinaten beschrieben.

[0046] Das von der Bewegung der Baumaschine im Gelände abhängige Koordinatensystem (x, y, z) kann ein

dreidimensionales oder zweidimensionales Koordinatensystem sein. In Fig. 3 ist der allgemeine Fall eines Koordinatensystems mit einer x-Achse, y-Achse und einer z-Achse gezeigt. Bei einer zu vernachlässigenden Krümmung der Geländeoberfläche und der Betrachtung nur zweidimensionaler Objekte ist aber ein zweidimensionales Koordinatensystem ausreichend. Dies setzt aber voraus, dass die x/y-Ebene des Koordinatensystems parallel zu der als eben angenommen Geländeoberfläche liegt, was nachfolgend angenommen wird.

[0047] Das Kamera-System kann ein Stereokamera-System oder ein Kamera-System mit nur einer Kamera sein. Bei zu vernachlässigender Krümmung der Geländeoberfläche und/oder der Berücksichtigung nur zweidimensionaler Objekte ist aber ein Kamera-System mit nur einer Kamera ausreichend. Wenn das Kamera-System ein Stereokamera-System ist, können auf der Anzeigeeinheit 20 mit den bekannten Verfahren auch dreidimensionale Bilder angezeigt werden.

[0048] Zur Ermittlung der Position und Orientierung der Baumaschine und damit auch der Position und Orientierung (Blickwinkel) des Kamera-Systems 19A in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) verfügt die Baumaschine über eine Einrichtung 22, die Positions-/Orientierungs-Daten der Baumaschine bereitstellt (Fig. 8). Diese Einrichtung kann einen ersten GNSS-Empfänger 22A und zweiten GNSS-Empfänger 22B aufweisen, die an der Baumaschine in unterschiedlichen Positionen S1, S2 angeordnet sind. Fig. 1B zeigt die Position S1 und S2 der beiden GNSS-Empfänger 22A und 22B an dem Gleitschalungsfertiger. Der erste und zweite GNSS-Empfänger 22A, 22B dekodieren für die Bestimmung der Position und Orientierung der Baumaschine die GNSS-Signale des globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) und Korrektursignale einer Referenzstation. Derartige Systeme, die eine hoch präzise Bestimmung der Positions-/Orientierungs-Daten ermöglichen, gehören zum Stand der Technik. Anstelle des zweiten GNSS-Empfängers kann aber auch ein elektronischer Kompass K vorgesehen sein, um die Orientierung der Baumaschine zu erfassen. Fig. 2B zeigt die Position S1 des ersten GNSS-Empfängers 22A und die Position S2 des Kompasses K an der Straßenfräsmaschine. Auf den Kompass kann aber auch verzichtet werden, wenn die Orientierung der Baumaschine berechnet wird. Die Berechnung der Orientierung kann dadurch erfolgen, dass die Lage eines Referenzpunktes der Baumaschine zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten bestimmt und aus der Lageänderung die Richtung der Bewegung bestimmt wird. Die Genauigkeit kann durch die Einbeziehung der Lenkwinkel in die Berechnung zusätzlich erhöht werden.

[0049] Die Datenverarbeitungseinheit 21 empfängt die aktuellen Positions-/Orientierungs-Daten, die von der Einrichtung 22 zur Ermittlung der Position und Orientierung der Baumaschine laufend bereitgestellt werden, und transformiert die Form und Lage des Projektes in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine un-

abhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschreibenden Projekt-Daten in Abhängigkeit von der Position und Orientierung der Baumaschine in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem in das von der Position und Orientierung der Baumaschine abhängige Maschinenkoordinatensystem (x, y, z). Diese Datentransformation erfolgt in Echtzeit. Nachdem die Koordinaten der die Umrisslinien des Projektes kennzeichnenden Referenzpunkte in dem Maschinenkoordinatensystem bekannt sind, werden die Umrisslinien 16, 17, 18 des Projektes in dem Bildausschnitt 20A angezeigt (Fig. 4). Die zur Generierung der Umrisslinien erforderlichen Operationen der Datenverarbeitungseinheit gehören zum Stand der Technik.

[0050] Wenn für den dargestellten Bildausschnitt 20A keine Projekt-Daten vorliegen, erfolgt auf der Anzeigeeinheit 20 keine Visualisierung. Ansonsten werden die relevanten Informationen dem Maschinenführer neben der Abbildung der realen Objekte (Hydrant 9, 10 oder Wassereinlauf 11) mittels der Umrisslinien 16, 17, 18 als virtuelle Objekte angezeigt, die mit den im Kamerabild erfassten realen Objekten O zusammenpassen sollen. Folglich kann der Maschinenführer die Steuerung der Baumaschine ständig überwachen.

[0051] Die Datenverarbeitungseinheit 21 kann eine Bildverarbeitungseinheit umfassen, die automatisch erkennen kann, ob die realen Objekte O mit den virtuellen Objekten zusammenpassen, d. h. die in dem Bildausschnitt gezeigte reale Umrisslinie 13, 14, 15 eines Objektes O (Hydrant oder Wassereinlauf) tatsächlich innerhalb der zugehörigen virtuellen Umrisslinie 16, 17, 18 des Projektes liegt. Die Datenverarbeitungseinheit 21 ist derart konfiguriert, dass die Form und Lage des mit dem Kamera-System 19A aufgenommenen realen Objektes O (Hydrant oder Wassereinlauf) in dem Bildausschnitt 20A ermittelt wird. Hierzu kann die Datenverarbeitungseinheit 21 von den bekannten Verfahren zur Bilderkennung Gebrauch machen. Form und Lage des realen Objektes in dem Bildausschnitt werden durch Objekt-Daten beschrieben. Beispielsweise wird die kreisförmige Umrisslinie des Schachtdeckels 9 durch die drei auf der Umrisslinie liegenden Referenzpunkte P_{11} , P_{12} , P_{13} beschrieben (Fig. 3).

[0052] Die Objekt-Daten werden in der Datenverarbeitungseinheit 21 mit den Projekt-Daten verglichen, um festzustellen, ob die realen Objekte mit den virtuellen Objekten zusammenpassen. Bei diesem Ausführungsbeispiel prüft die Datenverarbeitungseinheit, ob die Umrisslinie 13 des realen Objektes, beispielsweise des Schachtdeckels 9, innerhalb der Umrisslinie 16 des Projektes liegt. Hierzu prüft die Datenverarbeitungseinheit 21, ob sich die beiden Umrisslinien 13, 16 schneiden. Wenn sich die Umrisslinien 13, 16 nicht schneiden, wird darauf geschlossen, dass die Objekt-Daten der Realität entsprechen. Andernfalls wird auf eine fehlerhafte Ermittlung der Objekt-Daten geschlossen.

[0053] Fig. 5A zeigt den Fall, dass die Objekt-Daten mit den Projekt-Daten zusammenpassen, d. h. die Um-

risslinien 13, 16 haben keinen Schnittpunkt, während Fig. 5B den Fall zeigt, dass die Objekt-Daten nicht mit den Projekt-Daten zusammenpassen, d. h. die Umrisslinien 13, 16 schneiden sich in zwei Punkten P_s .

[0054] Darüber hinaus kann die Datenverarbeitungseinheit 21 bei einer bevorzugten Ausführungsform noch feststellen, ob ein Mindestabstand Δ eingehalten wird. Hierzu bestimmt die Datenverarbeitungseinheit zwei Referenzpunkte P_{A1} und P_{A2} , die der Umrisslinie 13 des Objektes bzw. der Umrisslinie 16 des Projektes zugeordnet werden. Beispielsweise können als Referenzpunkte P_{A1} , P_{A2} Punkte bestimmt werden, die auf den kreisförmigen Umrisslinien 13, 16 besonders nahe aneinander liegen (Fig. 5A). Die Datenverarbeitungseinheit 21 bestimmt den Abstand a zwischen den auf den Umrisslinien liegenden Referenzpunkten P_{A1} , P_{A2} und vergleicht den Abstand a mit einem vorgegebenen Grenzwert. Wenn der Abstand zwischen den Punkten kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist, wird darauf geschlossen, dass die Umrisslinie 13 des Objektes zwar innerhalb des Projektes liegt, da sich die Umrisslinien 13, 16 nicht schneiden. Es wird aber darauf geschlossen, dass ein Mindestabstand Δ nicht eingehalten ist, so dass dennoch die Gefahr der Beschädigung des Schachtdeckels oder der Baumaschine besteht. Die Referenzpunkte können aber auch die Mittelpunkte oder Linien- oder Flächenschwerpunkte der kreisförmigen Umrisslinien sein. Bei einer exakten Ausrichtung unter Berücksichtigung des vorgegebenen Mindestabstandes Δ haben die Umrisslinien 13, 16 einen gemeinsamen Mittelpunkt oder Linien- oder Flächenschwerpunkt, d.h. der Abstand zwischen den Mittelpunkten sollte möglichst klein sein.

[0055] Die obige Ausführungsform ist nur als ein Ausführungsbeispiel zu verstehen, um die Projekt-Daten und Objekt-Daten miteinander zu vergleichen. Die Daten können aber auch mit allen anderen bekannten Algorithmen ausgewertet werden, um darauf zu schließen, ob die realen Objekte mit den virtuellen Objekten zusammenpassen.

[0056] Die Baumaschine weist eine Alarm-Einheit 23 auf, die einen optischen und/oder akustischen und/oder taktilen Alarm gibt, wenn die Datenverarbeitungseinheit 21 festgestellt hat, dass die beiden Umrisslinien 13, 16 nicht zusammenpassen und/oder der Abstand a kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist (Fig. 8). Der Maschinenführer kann auf eine fehlerhafte Ermittlung der Objekt-Daten auch durch farbliche Unterlegungen bestimmter Flächen, Schraffuren oder durch Markierungen hingewiesen werden. Auf der Anzeigeeinheit 20 kann der Abstand a auch angezeigt werden.

[0057] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 6 und 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, das sich von dem vorherigen Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass das Projekt nicht die Veränderung des Geländes mit einer Straßenfräsmaschine (Fig. 2), sondern die Errichtung eines Baukörpers mit einem Gleitschalungsfertiger (Fig. 1) ist. Der Gleitschalungsfertiger verfügt wie die Straßenfräs-

maschine über eine Bildaufzeichnungseinheit 12 und eine Datenverarbeitungseinheit 21 sowie eine Einrichtung 12 zur Bereitstellung der Projekt-Daten (Fig. 8). Die einander entsprechenden Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0058] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Projekt des Gleitschalungsfertiger eine Verkehrsinsel, die von einem Bordstein 25 aus Beton seitlich begrenzt wird. Der Bordstein 25 weist beispielsweise einen geraden Abschnitt 25A auf, an den sich ein halbkreisförmiger Abschnitt 25B anschließt. Der Bordstein 25 soll neben einem rechteckförmigen Wassereinlauf 26 liegen, was eine genaue Steuerung des Gleitschalungsfertigers voraussetzt.

[0059] Die Projekt-Daten enthalten wieder die Koordinaten von für das Projekt charakteristischer Referenzpunkten, die in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) erfasst werden. Die Projekt-Daten beschreiben die Form und Lage des Bordsteins 25. Form und Lage des geraden Abschnitts 25A können beispielsweise durch jeweils zwei Referenzpunkte P_1 , P_2 und P_3 , P_4 beschrieben werden, die am Anfang und Ende der inneren bzw. äußeren Umrisslinie 27, 28 des Bordsteins 25 liegen. Der halbkreisförmige Abschnitt 25B kann beispielsweise durch drei Referenzpunkte P_2 , P_5 , P_6 und P_4 , P_7 , P_8 beschrieben werden, die auf der inneren bzw. äußeren Umrisslinie 27, 28 liegen.

[0060] Die zuvor ermittelten Projekt-Daten, die sich auf das von der Position und Orientierung unabhängige GNSS-System beziehen, werden über die Schnittstelle 12A in den Arbeitsspeicher 12 des Gleitschalungsfertigers eingelesen. Die Steuereinheit des Gleitschalungsfertigers ist derart konfiguriert, dass sich der Gleitschalungsfertiger auf einer Bahn bewegt, die dem Verlauf des zu errichtenden Bordsteins 25 entspricht.

[0061] Die Figuren 6 und 7 zeigen den von dem Kamera-System 19A der Bildaufzeichnungseinheit 19 aufgenommenen und auf der Anzeigeeinheit 20 angezeigten Bildausschnitt 20A, in dem das in Arbeitsrichtung A vor dem Gleitschalungsfertiger liegende Gelände und ein Teil des Gleitschalungsfertigers mit der Betonmulde 6 zu erkennen ist.

[0062] Die Einrichtung 22 zur Ermittlung der Position und Orientierung des Gleitschalungsfertigers im Gelände berechnet laufend die aktuellen Positions-/Orientierungsdaten, wobei die Datenverarbeitungseinheit 21 die Projekt-Daten, die in dem von der Position und Orientierung des Gleitschalungsfertigers unabhängigen GNSS-System (X, Y, Z) vorliegen, in das von der Position und Orientierung des Gleitschalungsfertigers abhängige Maschinenkoordinatensystem (x, y, z) transformiert, das dem Blickwinkel des Kamera-Systems entspricht. Nach der Ermittlung der Koordinaten der Referenzpunkte in dem Maschinenkoordinatensystem werden die inneren und äußeren Umrisslinien 27, 28 des geraden und halbkreisförmigen Abschnitts 25A, 25B dem Kamerabild überlagert.

[0063] Die Figuren 6 und 7 zeigen eine Möglichkeit der Darstellung des Bordsteins 25 in dem Bildausschnitt 20A durch die Umrisslinien 27, 28, die dem Maschinenführer den Verlauf des Bordsteins zeigen, der mit dem Gleitschalungsfertiger gefertigt wird, wenn die gespeicherten Projekt-Daten der Steuerung zugrunde liegen. Zur Visualisierung des Bordsteins 25 in dem Kamerabild können neben den inneren und äußeren Umrisslinien 27, 28 auch farbliche Unterlegungen, Schraffuren, Hilfslinien oder Markierungen von der Datenverarbeitungseinheit 21 generiert und auf der Anzeigeeinheit 20 angezeigt werden. Der Maschinenführer kann in dem Bildausschnitt 20A den korrekten Verlauf des Bordsteins 25 überprüfen. Er kann schon im Voraus erkennen, ob der Bordstein 25 beispielsweise neben dem Wassereinlauf 26 verläuft.

[0064] Fig. 6 zeigt den Fall eines korrekten Verlaufs des Bordsteins 25 dicht neben, d. h. in einem vorgegebenen Mindestabstand zu dem Wassereinlauf 26, während Fig. 7 den Fall zeigt, dass der Bordstein 25 über den Wassereinlauf 26 verläuft. In diesem Fall erzeugt die Alarkeinheit 23 ein Alarmsignal, so dass der Maschinenführer einen Eingriff in die Maschinensteuerung vornehmen kann.

[0065] Bei einer bevorzugten Ausführungsform bestimmt die Datenverarbeitungseinheit 21 mit einer Bilderkennung die Koordinaten von Referenzpunkten O_1 , O_2 , O_3 , O_4 des rechteckförmigen Wassereinlaufs 26 in dem Maschinenkoordinatensystem (x, y, z), das dem Kamerabild entspricht. Da die standardisierte Form und Größe des Wassereinlaufs 26 bekannt ist, können beispielsweise die Koordinaten der Eckpunkte des Wassereinlaufs mit einer Bilderkennung ohne größeren Rechenaufwand bestimmt werden. Diese Koordinaten liefern dann die Objekt-Daten, die mit den Projekt-Daten verglichen werden, um feststellen zu können, ob die Planung mit der Realität übereinstimmt. Hierfür kann mit der Datenverarbeitungseinheit 21 beispielsweise geprüft werden, ob sich die Umrisslinien von Bordstein und Wassereinlauf schneiden, und/oder mit der Datenverarbeitungseinheit kann beispielsweise der Abstand zwischen den Umrisslinien berechnet werden, wie unter Bezugnahme auf das andere Ausführungsbeispiel beschrieben ist.

Patentansprüche

1. Selbstfahrende Baumaschine mit einem Fahrwerk (3), das in Arbeitsrichtung vordere und hintere Räder oder Laufwerke (4A, 4B) aufweist, einem Maschinenrahmen (2), der von dem Fahrwerk getragen wird, einer Antriebseinrichtung zum Antreiben der vorderen und/oder hinteren Räder oder Laufwerke (4A, 4B), einer Arbeitseinrichtung (6) zur Errichtung von Baukörpern auf dem Gelände oder zum Verändern des Geländes,

einer Bildaufzeichnungseinheit (19) zum Aufzeichnen eines Bildausschnitts (20A) des Geländes, der in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine im Gelände abhängigen Koordinatensystem (x,y,z) liegt, und

einer Anzeigeeinheit (20) zur Anzeige des Bildausschnitts (20A) des Geländes,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Baumaschine weiterhin aufweist:

eine Einrichtung (12) zur Bereitstellung von die Form und Lage mindestens eines Projektes in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschreibende Projekt-Daten, und eine Datenverarbeitungseinheit (21), die derart konfiguriert ist, dass dem auf der Anzeigeeinheit (20) angezeigten Bildausschnitt (20A) des Geländes eine Darstellung des in dem Bildausschnitt liegenden Teils des mindestens einen Projekts überlagert wird, so dass zumindest ein Teil des mindestens einen Projekts in dem Bildausschnitt visualisiert wird.

2. Selbstfahrende Baumaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baumaschine eine Einrichtung (22) zur Ermittlung von die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibende Positions-/Orientierungs-Daten in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) aufweist.
3. Selbstfahrende Baumaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (22) zur Ermittlung von den die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibenden Positions-/Orientierungs-Daten ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS) umfasst.
4. Selbstfahrende Baumaschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (22) zur Ermittlung von den die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibenden Positions-/Orientierungs-Daten einen ersten und einen zweiten GNSS-Empfänger (22A, 22B) zur Dekodierung von GNSS-Signalen des globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) und Korrektursignalen einer Referenzstation für die Bestimmung der Position und Orientierung der Baumaschine aufweisen, wobei der erste und zweite GNSS-Empfänger (22A, 22B) an der Baumaschine in unterschiedlichen Positionen (S1, S2) angeordnet sind.
5. Selbstfahrende Baumaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit (21) derart konfiguriert ist, dass die die Form und Lage des mindestens einen Projektes beschreibenden Projekt-Daten in

dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) in Abhängigkeit von der Position und Orientierung der Baumaschine in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) in ein von der Position und Orientierung der Baumaschine abhängiges Koordinatensystem (x, y, z) transformiert werden.

6. Selbstfahrende Baumaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Form und Lage des mindestens einen Projektes beschreibenden Projekt-Daten mindestens eine Umrisslinie (16, 17, 18; 27, 28) des Projektes beschreibende Daten umfassen, wobei die Datenverarbeitungseinheit (21) derart konfiguriert ist, dass in dem Bildausschnitt des Geländes die mindestens eine Umrisslinie (16, 17, 18; 27, 28) des Projektes angezeigt wird.
7. Selbstfahrende Baumaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit (21) derart konfiguriert ist, dass die Form und Lage von mindestens einem realen Objekt (O) in dem Bildausschnitt des Geländes beschreibende Objekt-Daten ermittelt werden, wobei die Objekt-Daten mit den Projekt-Daten verglichen werden.
8. Selbstfahrende Baumaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (a) zwischen mindestens einem auf die Umrisslinie (16, 17, 18) des Projektes bezogenen Referenzpunkt (P_{A2}) und mindestens einem auf die Umrisslinie (13, 14, 15) des Objektes bezogenen Referenzpunkt (P_{A1}) ermittelt wird.
9. Selbstfahrende Baumaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baumaschine eine Alarm-Einheit (23) aufweist, die einen optischen und/oder akustischen und/oder taktilen Alarm gibt oder ein Steuersignal für einen Eingriff in die Maschinensteuerung erzeugt, wenn die Datenverarbeitungseinheit (21) festgestellt hat, dass der Abstand (a) kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist.
10. Selbstfahrende Baumaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (12) zur Bereitstellung von den die Form und Lage mindestens eines Projektes in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschreibenden Projekt-Daten eine Schnittstelle (12A) zum Einlesen der Projekt-Daten und eine Speichereinheit zum Speichern der Projekt-Daten aufweist.
11. Verfahren zur Visualisierung des Bearbeitungsumfeldes einer sich in dem Gelände bewegendes Bau-

maschine, die auf dem Gelände einen Baukörper errichtet oder das Gelände verändert, wobei ein Bildausschnitt (20A) des Geländes, der in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine im Gelände abhängigen Koordinatensystem (x, y, z) liegt, mit einer Bildaufzeichnungseinheit (19) aufgezeichnet und auf einer Anzeigeeinheit (20) angezeigt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form und Lage mindestens eines Projektes in einem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschreibende Projekt-Daten bereitgestellt werden, und **dass** dem auf der Anzeigeeinheit (20) angezeigten Bildausschnitt (20A) des Geländes eine Darstellung des in dem Bildausschnitt liegenden Teils des mindestens einen Projekts überlagert wird, so dass zumindest ein Teil des mindestens einen Projekts in dem Bildausschnitt visualisiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibende Positions-/Orientierungs-Daten in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) ermittelt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Position und Orientierung der Baumaschine beschreibenden Positions-/Orientierungs-Daten mit einem globalen Navigationssatellitensystem (GNSS) ermittelt werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Form und Lage des mindestens einen Projektes beschreibenden Projekt-Daten in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) in Abhängigkeit von der Position und Orientierung der Baumaschine in dem von der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) in ein von der Position und Orientierung der Baumaschine abhängiges Koordinatensystem (x, y, z) transformiert werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Form und Lage des mindestens einen Projektes beschreibenden Projekt-Daten mindestens eine Umrisslinie (16, 17, 18; 27, 28) des Projektes beschreibende Daten umfassen, wobei in dem Bildausschnitt (20A) des Geländes die mindestens eine Umrisslinie (16, 17, 18; 27, 28) des Projektes angezeigt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form und Lage von mindestens einem realen Objekt (O) in dem Bildausschnitt (20A) des Geländes beschreibende Objekt-Daten ermittelt werden, wobei die Objekt-Daten

mit den Projekt-Daten verglichen werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (a) zwischen mindestens einem auf die Umrisslinie (16, 17, 18) des Projektes bezogenen Referenzpunkt (P_{A2}) und mindestens einem auf die Umrisslinie (13, 14, 15) des Objektes bezogenen Referenzpunkt (P_{A1}) ermittelt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Form und Lage des mindestens eines Projektes in dem von der Position und Orientierung der Baumaschine unabhängigen Koordinatensystem (X, Y, Z) beschreibenden Projekt-Daten im Gelände mit einem Messgerät ermittelt werden.

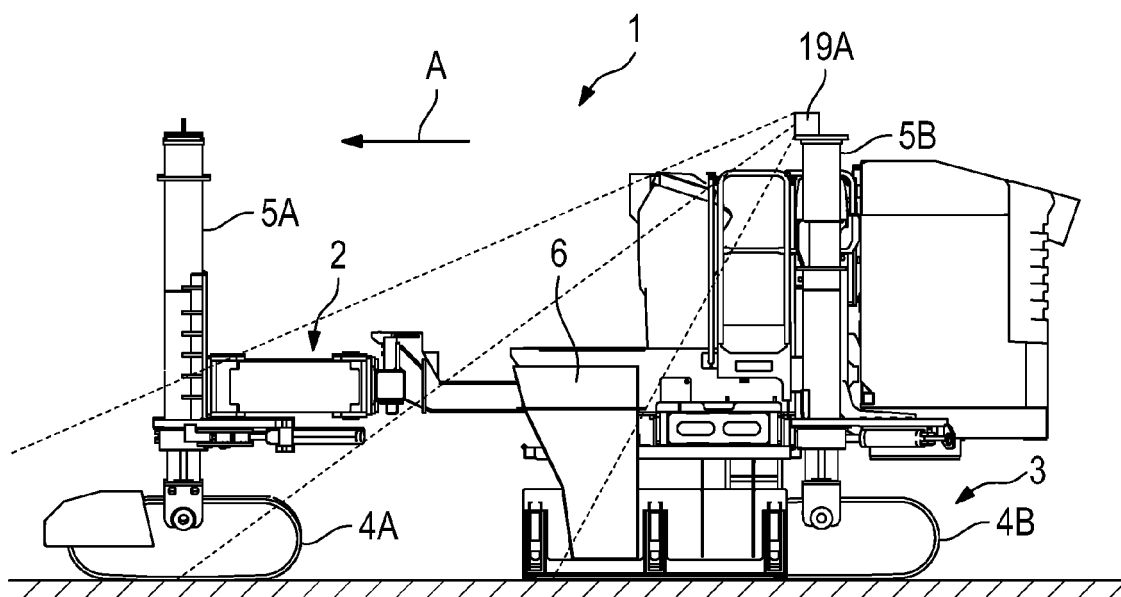


Fig. 1A

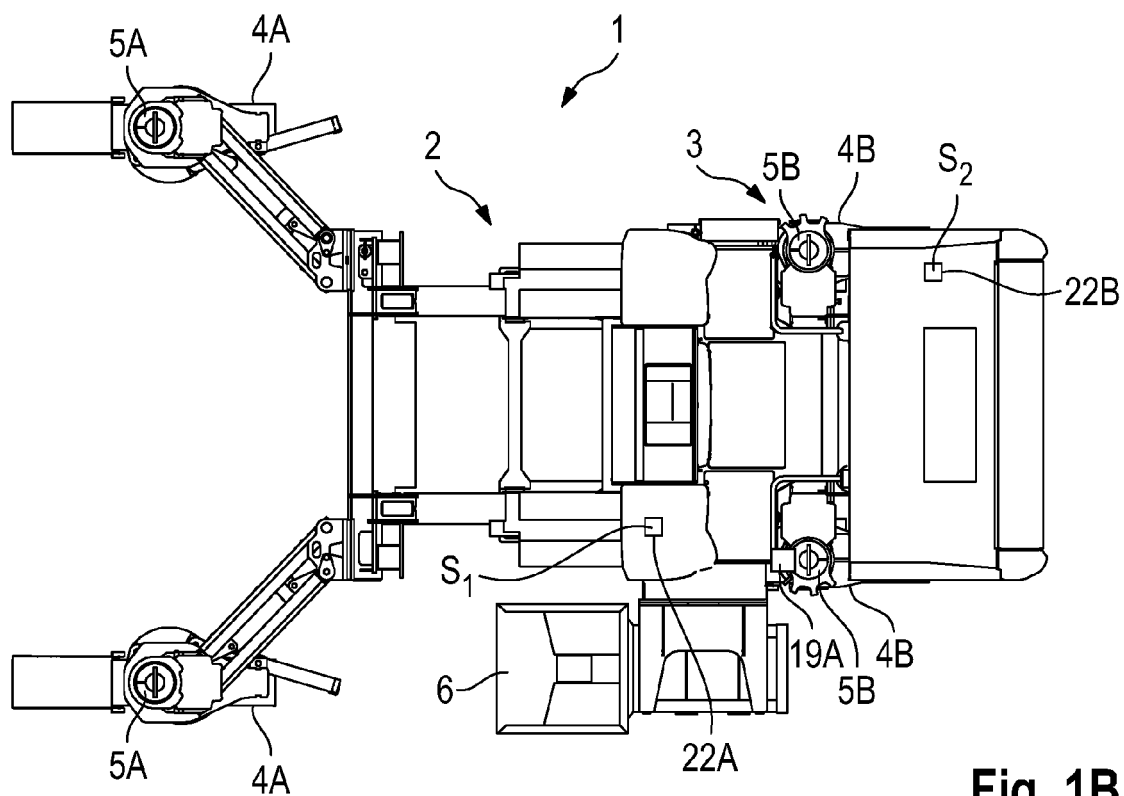
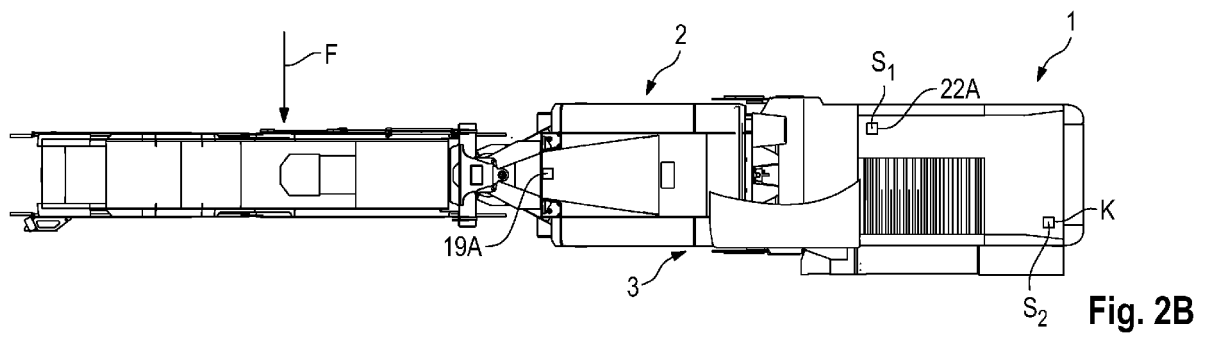
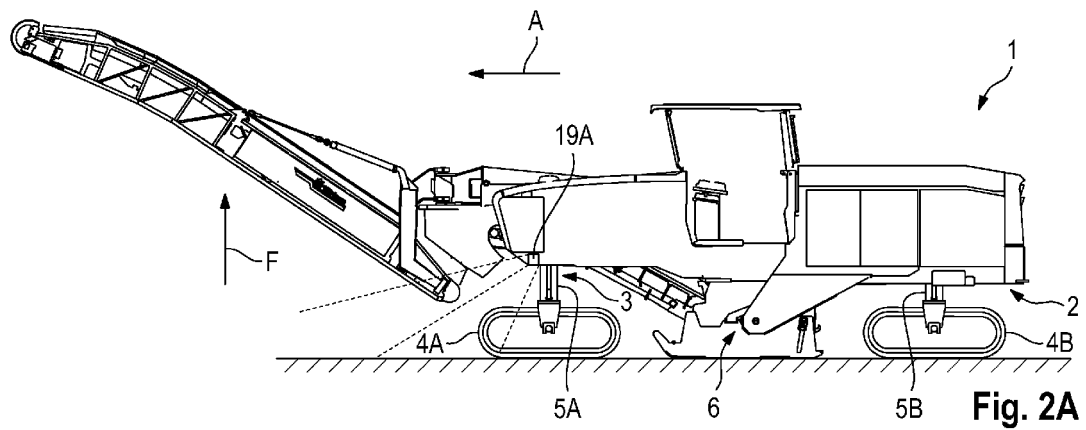


Fig. 1B



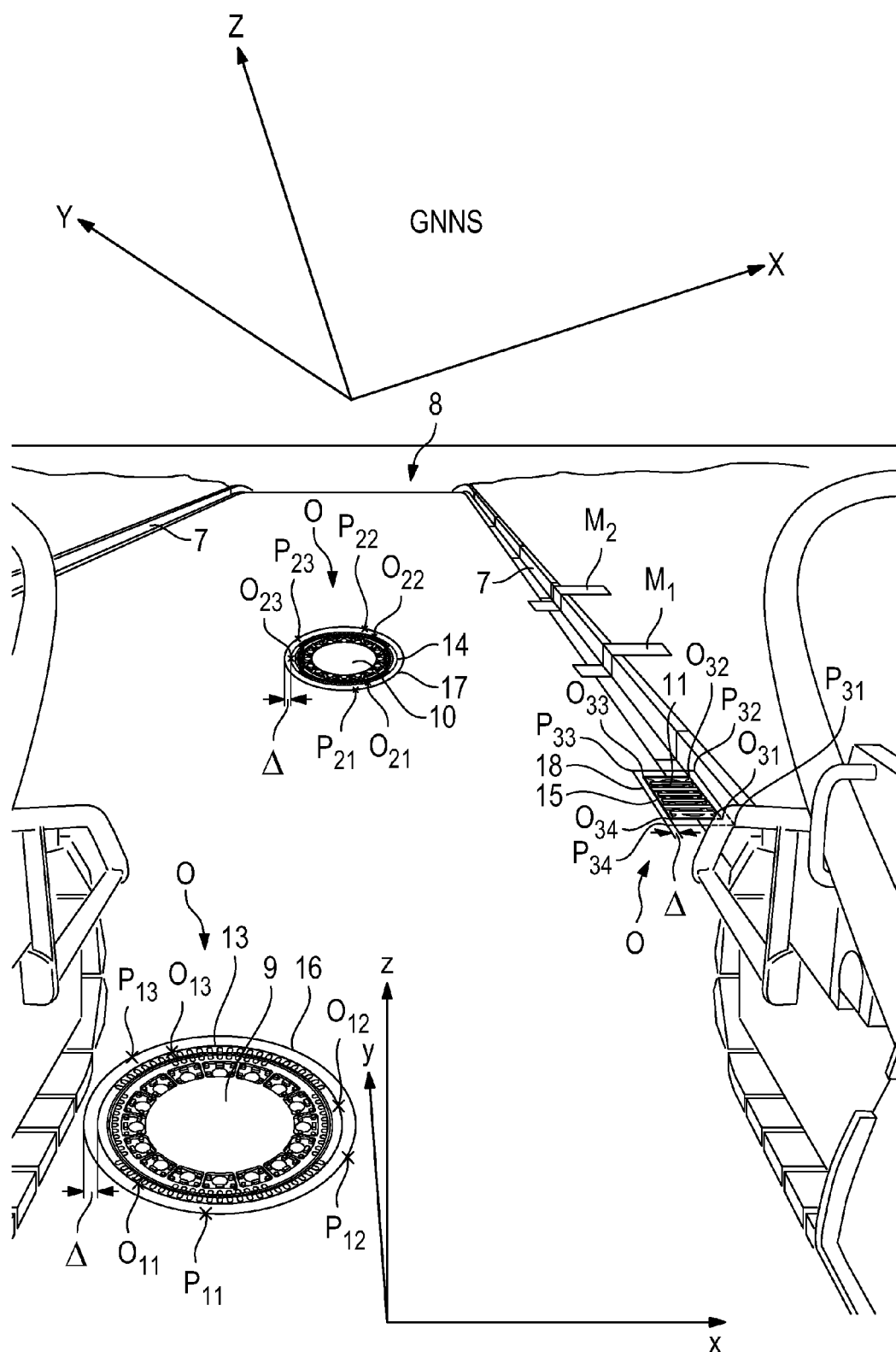


Fig. 3

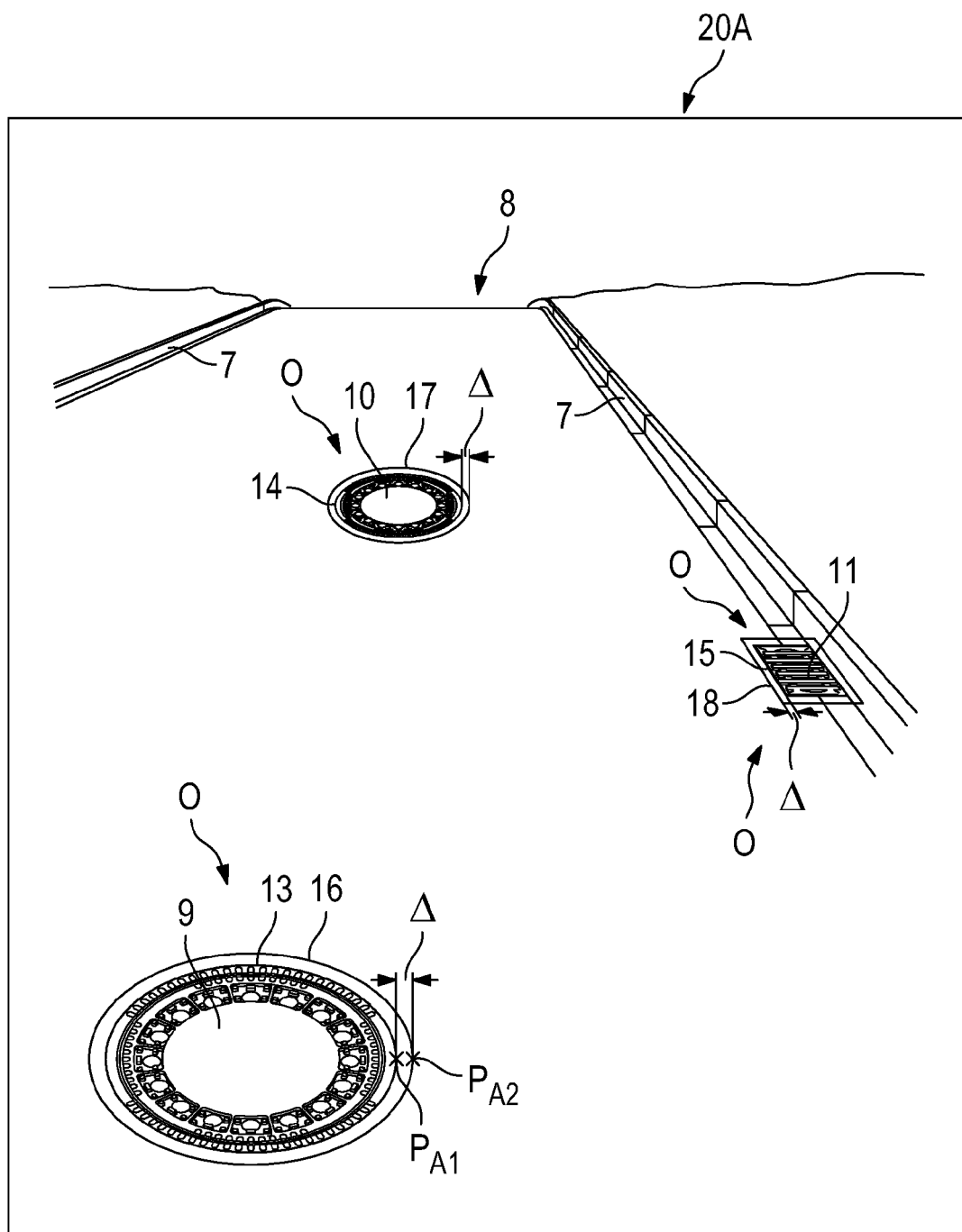


Fig. 4

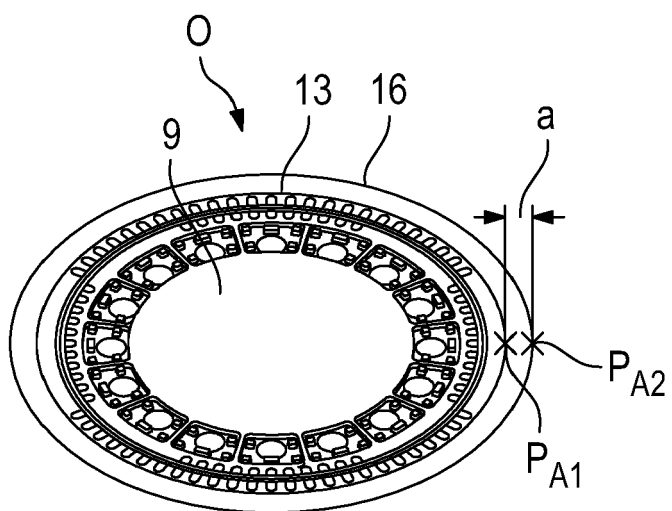


Fig. 5A

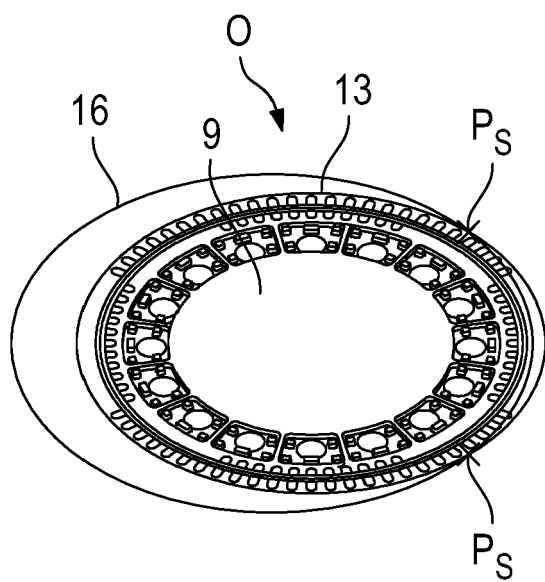


Fig. 5B

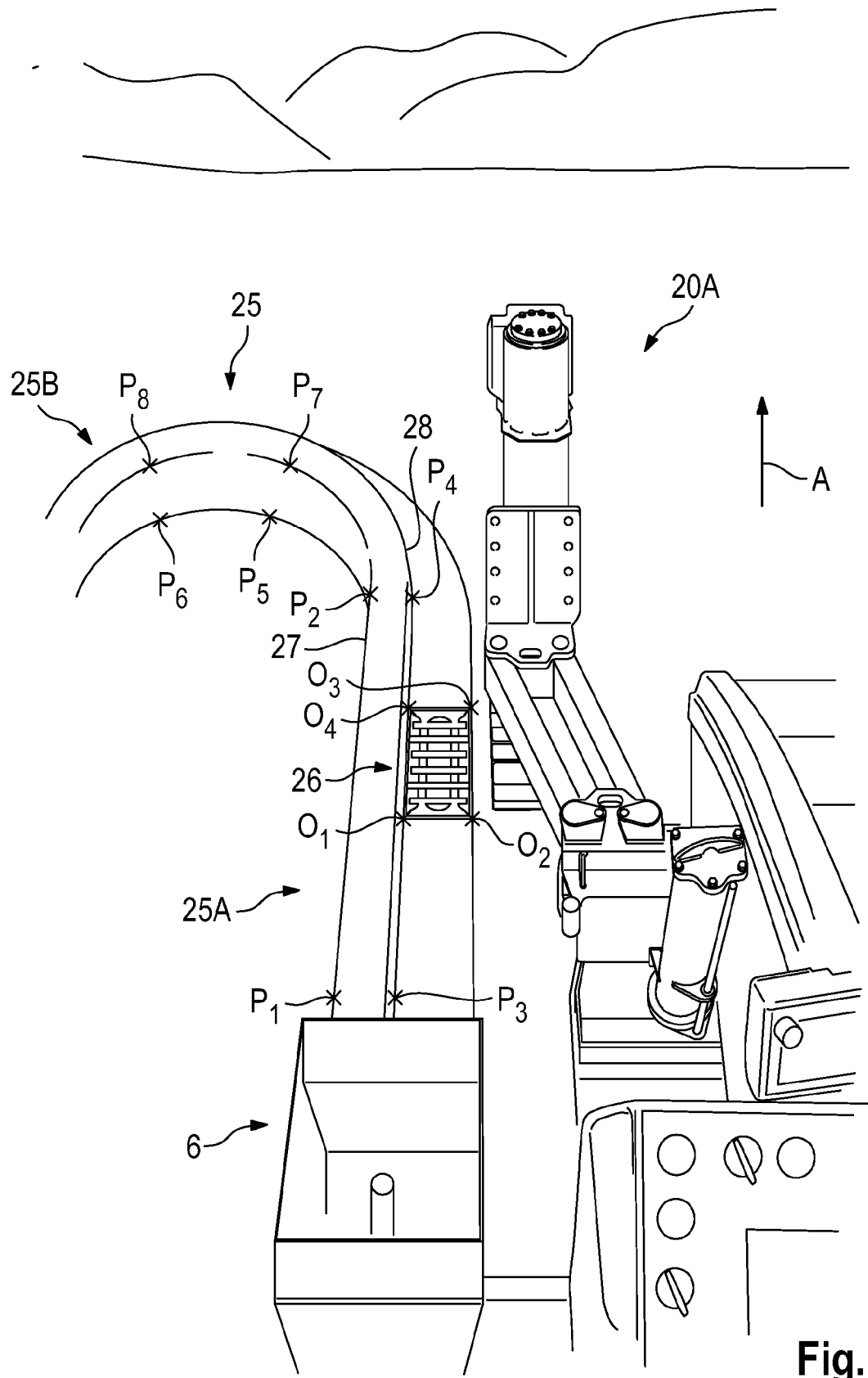


Fig. 6

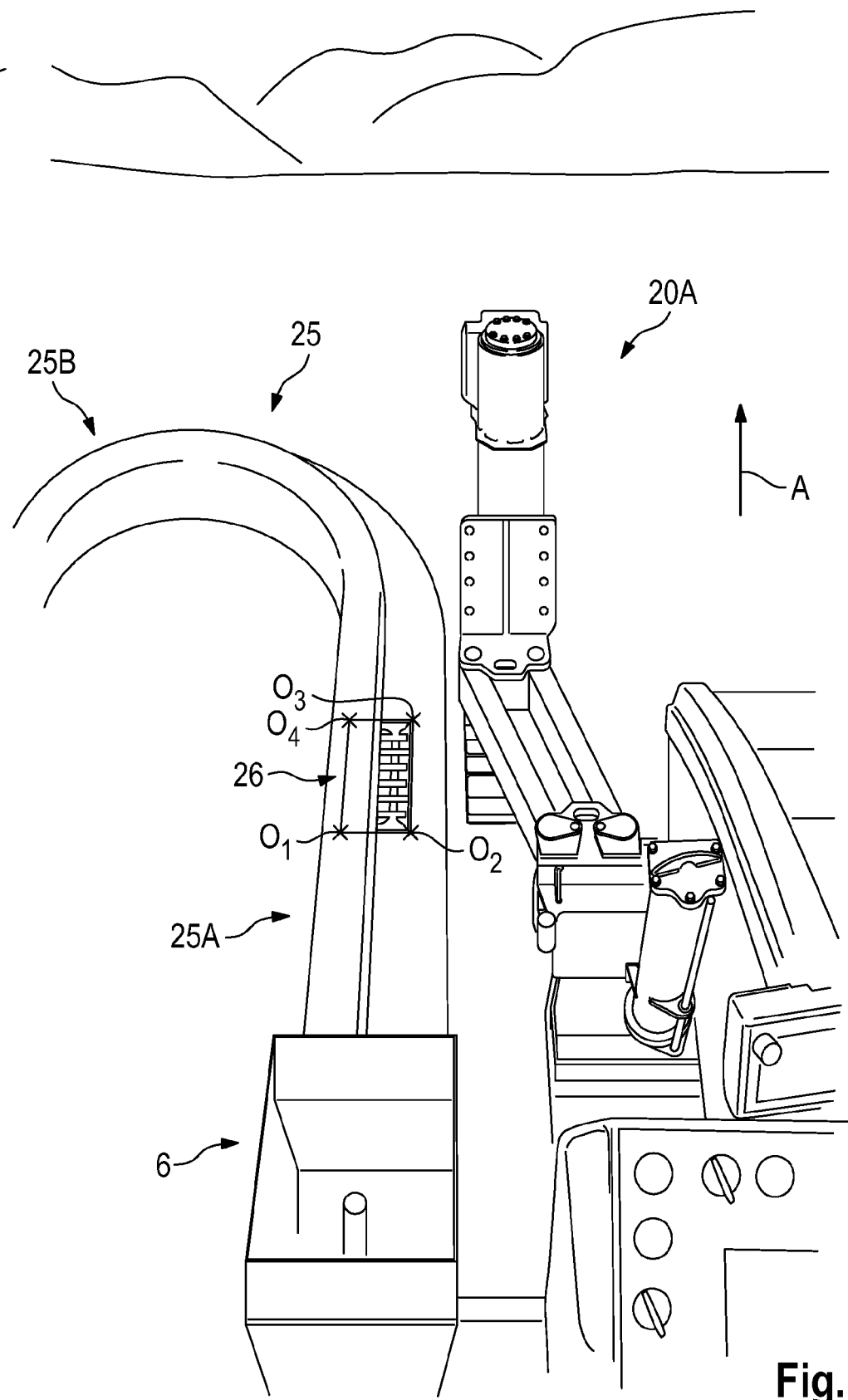


Fig. 7

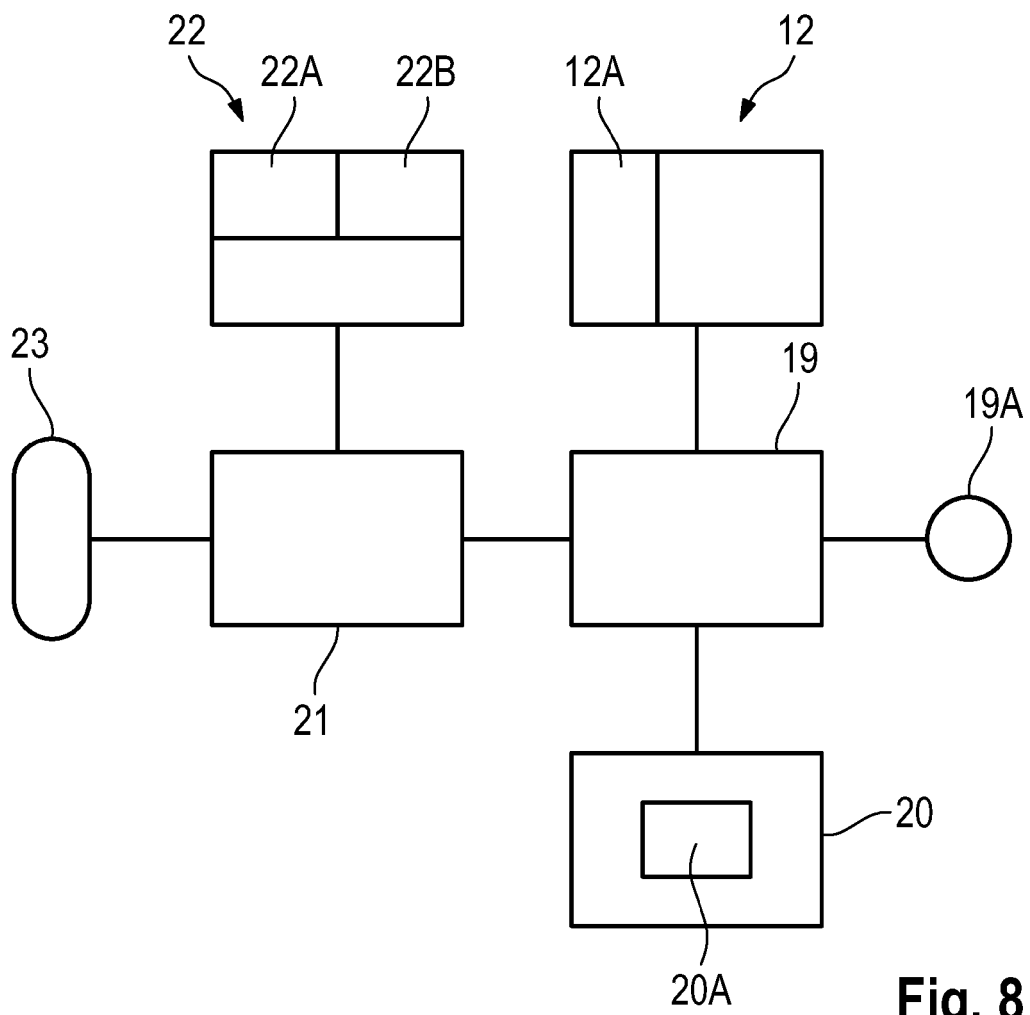


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 18 0819

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 2 336 424 A2 (WIRTGEN GMBH [DE]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) * Abbildungen 1-9 * * das ganze Dokument * -----	1-18	INV. E01C23/01
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C G05D B60R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Januar 2016	Prüfer Klein, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 0819

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-01-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 2336424 A2	22-06-2011	AU 2010246495 A1	07-07-2011
			CN 102102337 A	22-06-2011
			CN 202152437 U	29-02-2012
			DE 102009059106 A1	22-06-2011
			EP 2336424 A2	22-06-2011
			JP 2011169095 A	01-09-2011
			US 2011150572 A1	23-06-2011
20			US 2013190991 A1	25-07-2013
			US 2014081532 A1	20-03-2014
25	-----			
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 2336424 A2 [0004]
- EP 2719829 A1 [0005]
- EP 1103659 B1 [0031]