



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2017 201 425.3

(51) Int Cl.: A01B 69/00 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 30.01.2017

(43) Offenlegungstag: 10.08.2017

(30) Unionspriorität:

15/015,265

04.02.2016 US

(74) Vertreter:

Holst, Sönke, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 68163
Mannheim, DE

(71) Anmelder:

Deere & Company, Moline, Ill., US

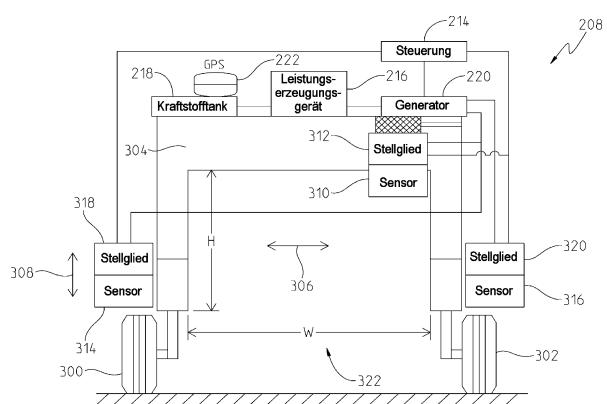
(72) Erfinder:

Barker, Mark, Johnston, Ia., US; Murray, Cole,
Polk City, Ia., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: Autonome landwirtschaftliche Robotermaschine und System davon

(57) Zusammenfassung: Eine autonome landwirtschaftliche Robotermaschine zum Ausführen von einem oder mehreren landwirtschaftlichen Vorgängen. Die Maschine enthält einen Rahmen mit einer Länge und einer anpassbaren Breite. Mehrere Bodeneingriffsmechanismen sind zum Antrieben der Maschine in einer Laufrichtung an den Rahmen gekuppelt. Die Maschine enthält eine Steuerung, ein Leistungserzeugungsgerät und einen Generator. Die Steuerung steuert die Maschine, und der Generator nimmt mechanische Leistung vom Leistungserzeugungsgerät auf und erzeugt elektrische Leistung. Eine Andockbaugruppe ist an den Rahmen gekuppelt. Die Andockbaugruppe enthält eine Leistungseinheit und zumindest eine Kupplung zum Ankuppeln an jegliches von mehreren landwirtschaftlichen Geräten.



Beschreibung**Gebiet der Offenbarung**

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Robotermaschine, und insbesondere eine autonome Robotermaschine und ein System, die dazu imstande sind, eine Vielzahl von die Landwirtschaft betreffenden Vorgängen auszuführen.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] In den meisten Industrien entwickelt sich die Technologie weltweit weiter, und die landwirtschaftliche und Agrarindustrie bilden keine Ausnahme. Für den Agrarbetrieb in großem Umfang werden die Maschinen immer größer, was mit deutlich höheren Kosten einhergeht, darunter u.a. Arbeitskosten und Wartungskosten. Andere Faktoren, wie etwa Preise für Schädlingsbekämpfungsmittel und Pestizidwiderstand, Emissionen und Kompaktion wirken sich weiter auf die Gesamttagrarkosten aus. Das Erhöhen der Größe von Ausrüstung und Gerätschaften wird sich unter Umständen nicht mehr auf den Endgewinn von Verbrauchern auswirken, und daher werden andere Lösungen benötigt.

Kurzdarstellung

[0003] In einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, eine autonome Robotermaschine zum Ausführen von einem oder mehreren landwirtschaftlichen Vorgängen. Die Maschine enthält einen Rahmen mit einer Länge und einer anpassbaren Breite; mehrere Bodeneingriffsmechanismen, die an den Rahmen gekuppelt sind, zum Antreiben der Maschine in einer Laufrichtung; eine Steuerung zum Steuern der Maschine; ein Leistungserzeugungsgerät, das am Rahmen angebracht ist, zum Erzeugen von mechanischer Leistung; ein Generator, der an das Leistungserzeugungsgerät gekoppelt ist, wobei der Generator zumindest einen Teil der mechanischen Leistung aufnimmt und elektrische Leistung erzeugt; und eine Andockbaugruppe, die an den Rahmen gekuppelt ist, wobei die Andockbaugruppe eine Leistungseinheit und zumindest eine Kupplung enthält, die zum Ankuppeln an jegliches von mehreren landwirtschaftlichen Geräten konfiguriert ist; wobei die Leistungseinheit an den Generator gekoppelt ist und zum elektrischen Antreiben von einem der mehreren landwirtschaftlichen Geräte konfiguriert ist, wenn es an die Andockbaugruppe gekuppelt ist.

[0004] In einem Beispiel der vorliegenden Ausführungsform ist ein Positionssensor an den Rahmen gekuppelt und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet, wobei der Positionssensor eine Breite des Rahmens erkennt; und ein Stellglied ist elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt, wobei die Steuerung das Stellglied zum

Anpassen der Breite betriebsfähig steuert. In einem zweiten Beispiel ist ein Positionssensor an den Rahmen gekuppelt und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet, wobei der Positionssensor eine Höhe des Rahmens erkennt; und ein Stellglied ist elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt; wobei die Steuerung das Stellglied zum Anpassen der Höhe des Rahmens zwischen einer abgesenkten Position und einer angehobenen Position betriebsfähig steuert. In einem dritten Beispiel kann das Leistungserzeugungsgerät eine Dieselelektrische- oder Naturgaselektrroinheit sein. In einem vierten Beispiel kann die Maschine einen Motor enthalten, der elektrisch an den Generator gekoppelt ist, wobei der Motor elektrische Leistung zum Antreiben von zumindest einem der mehreren Bodeneingriffsmechanismen vom Generator aufnimmt.

[0005] In einem fünften Beispiel kann die Maschine einen Sensor enthalten, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Sensor dazu konfiguriert ist, der Steuerung visuelle Rückmeldung von einem Bereich um den oder unter dem Rahmen zuzuführen. In einem sechsten Beispiel kann die Maschine einen GPS-Sensor, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, und einen Geschwindigkeitssensor, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, enthalten, wobei der GPS-Sensor dazu konfiguriert ist, einen Standort der Maschine zuzuführen, und der Geschwindigkeitssensor dazu konfiguriert ist, der Steuerung eine Geschwindigkeit von zumindest einem der mehreren Bodeneingriffsmechanismen zuzuführen. In einem anderen Beispiel ist ein Geräteaufnahmehbereich zumindest teilweise unterhalb des Rahmens definiert, wobei der Geräteaufnahmehbereich zum Aufnehmen von einem der mehreren landwirtschaftlichen Geräte konfiguriert ist, wenn es an die Andockbaugruppe gekuppelt ist. In wiederum einem anderen Beispiel enthält die zumindest eine Kupplung der Andockbaugruppe einen Geräteandocksperrmechanismus und einen elektrischen oder hydraulischen Verbindungsmechanismus. In einem weiteren Beispiel ist die Andockbaugruppe an jegliches eines Pflanzgeräts, eines Feldbestellungsgeräts, eines Erntegeräts und eines Sprühgeräts kupplbar.

[0006] In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält ein landwirtschaftliches System zum Ausführen eines landwirtschaftlichen Vorgangs eine autonome Robotermaschine, enthaltend einen Rahmen, mehrere Bodeneingriffsmechanismen, die an den Rahmen gekuppelt sind, eine Steuerung, ein Leistungserzeugungsgerät, das am Rahmen angebracht ist, zum Erzeugen von mechanischer Leistung, einen Generator, der an das Leistungserzeugungsgerät gekoppelt ist, und eine Andockbaugruppe, die an den Rahmen gekuppelt ist, wobei die Andockbaugruppe folgendes enthält: eine

Leistungseinheit und zumindest eine Kupplung; eine Steuereinheit, die sich fern von der Maschine befindet, wobei die Steuereinheit mit der Steuerung zum Übermitteln einer Anweisung dorthin in elektrischer Verbindung steht; eine Andockstation zum Ankuppeln an die Andockbaugruppe, wobei die Andockstation zum Speichern von einem oder mehreren von Kraftstoff, Wasser und elektrischer Leistung konfiguriert ist; und mehrere Sensoren, die an der Maschine angeordnet sind, wobei jeder der mehreren Sensoren elektrisch an die Steuerung gekoppelt ist; wobei die Steuerung die Anweisung von der Steuereinheit empfängt und die Steuerung die Maschine auf Grundlage der Anweisung betriebsfähig steuert.

[0007] In einem Beispiel dieser Ausführungsform kann das System einen Positionssensor, der an den Rahmen gekuppelt ist und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Positionssensor eine Höhe oder Breite des Rahmens erkennt, und ein Stellglied, das elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt ist, enthalten; wobei die Steuerung das Stellglied zum Anpassen der Höhe oder Breite des Rahmens betriebsfähig steuert. In einem zweiten Beispiel kann die Steuereinheit eine Speichereinheit zum Speichern einer Karte eines Arbeitsbereichs, einer Auflistung von landwirtschaftlichen Vorgängen und von Betriebsanweisungen enthalten; wobei ferner die Steuereinheit der Steuerung einen Befehl zum autonomen Ankuppeln der Andockstation an eines der mehreren landwirtschaftlichen Geräte, Bewegen zu einem Standort im Arbeitsbereich und Ausführen von Betriebsanweisungen zum Ausführen eines landwirtschaftlichen Vorgangs übermittelt. In einem dritten Beispiel kann das eine der mehreren landwirtschaftlichen Geräte ein Feldbestellungsgerät, ein Pflanzgerät, ein Erntegerät oder ein Sprühgerät beinhalten. In einem anderen Beispiel kann einer der mehreren Sensoren einen Positionierungssensor zum Erkennen, wenn das landwirtschaftliche Gerät an die Andockbaugruppe angekuppelt ist, beinhalten, wobei der Positionierungssensor mit der Steuerung kommuniziert, wenn die Andockbaugruppe an das landwirtschaftliche Gerät angekuppelt ist. In wiederum einem anderen Beispiel kann die Steuereinheit ein Mobilgerät enthalten.

[0008] In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung enthält ein Verfahren zum Steuern einer autonomen Robotermaschine zum Ausführen eines landwirtschaftlichen Vorgangs das Vorsehen einer autonomen Robotermaschine, die einen Rahmen, mehrere Bodeneingriffsmechanismen, eine Steuerung, ein Leistungserzeugungsgerät zum Erzeugen von mechanischer Leistung, einen Generator, der an das Leistungserzeugungsgerät gekoppelt ist und elektrische Leistung erzeugt, und eine Andockbaugruppe enthält, die an den Rahmen gekuppelt ist, wobei die Andockbaugruppe eine Leistungseinheit enthält; Empfangen einer Anweisung von ei-

ner Steuereinheit, die sich fern von der Maschine befindet, wobei die Anweisung der Steuerung befiehlt, einen landwirtschaftlichen Vorgang mit einem von mehreren landwirtschaftlichen Geräten an einem Standort in einem Arbeitsbereich auszuführen; Ausführen der Anweisung zum Manövrieren der Maschine zu einem Geräteaufbewahrungsbereich, sodass die Andockbaugruppe zumindest teilweise über dem einen landwirtschaftlichen Gerät, das in der Anweisung identifiziert ist, in Position ist; Steuern einer Breite und Höhe des Rahmens auf Grundlage der Anweisung; Ankuppeln der Andockbaugruppe an das eine landwirtschaftliche Gerät; Anpassen der Höhe des Rahmens auf eine Transportposition; betriebsfähiges Steuern der Maschine zum Bewegen zum Standort im Arbeitsbereich; Anpassen der Höhe des Rahmens auf eine Arbeitsposition auf Grundlage der Anweisung; und Ausführen des landwirtschaftlichen Vorgangs mit dem einen landwirtschaftlichen Gerät im Arbeitsbereich.

[0009] In einem Beispiel dieser Ausführungsform kann das Verfahren das Steuern der Maschine zum Zurückbringen des einen landwirtschaftlichen Geräts zum Geräteaufbewahrungsbereich und Freigeben des einen landwirtschaftlichen Geräts von der Andockbaugruppe enthalten. In einem anderen Beispiel kann das Verfahren das Steuern der Leistungseinheit zum Zuführen von elektrischer Leistung zu dem einen landwirtschaftlichen Gerät zum Ausführen des landwirtschaftlichen Vorgangs enthalten. In einem weiteren Beispiel kann das Verfahren das Empfangen einer zweiten Anweisung von einem Positionssensor bezüglich der Höhe oder Breite der Maschine und Steuern eines Stellglieds zum Anpassen der Höhe oder Breite des Rahmens auf eine geeignete Höhe oder Breite auf Grundlage der Anweisung enthalten.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Die oben genannten Aspekte der vorliegenden Offenbarung und die Art und Weise zum Erzielen derselben werden unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung der Ausführungsformen der Offenbarung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen deutlicher und die Offenbarung selbst besser verständlich; es zeigen:

[0011] **Fig. 1** eine perspektivische Seitenansicht einer autonomen landwirtschaftlichen Robotermaschine;

[0012] **Fig. 2** ein Bedienelementeschema einer Ausführungsform einer autonomen landwirtschaftlichen Robotermaschine;

[0013] **Fig. 3** eine Frontansicht einer Ausführungsform einer autonomen landwirtschaftlichen Robotermaschine;

[0014] **Fig.** 4 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3, die Geräteandocken darstellt;

[0015] **Fig.** 5 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten, primären Feldbestellungsgerät;

[0016] **Fig.** 6A eine Frontansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten sekundären Feldbestellungsgerät in seiner abgesenkten Position;

[0017] **Fig.** 6B eine Frontansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten sekundären Feldbestellungsgerät in seiner angehobenen Position;

[0018] **Fig.** 7 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten Feldbearbeitungsgerät;

[0019] **Fig.** 8 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten Pflanzgerät;

[0020] **Fig.** 9 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten Erntegerät;

[0021] **Fig.** 10 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem daran angekuppelten Sprühgerät;

[0022] **Fig.** 11 eine Seitenansicht der Maschine von **Fig.** 3 mit einem anderen, daran angekuppelten Sprühgerät; und

[0023] **Fig.** 12 ein Ablaufdiagramm eines Steuerprozesses zum Steuern der Maschine von **Fig.** 3 zum Fertigstellen eines Vorgangs.

[0024] Entsprechende Bezugszeichen sind in den verschiedenen Ansichten durchweg zum Angeben von entsprechenden Teilen benutzt.

Detaillierte Beschreibung

[0025] Die unten beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sollen nicht erschöpfend sein oder die Offenbarung auf die präzisen Formen in der folgenden detaillierten Beschreibung einschränken. Stattdessen sind die Ausführungsformen derart gewählt und beschrieben, dass der Fachmann die Prinzipien und Praktiken der vorliegenden Offenbarung erkennen und verstehen kann.

[0026] Die Technologie entwickelt sich in der Agrarindustrie weiter, und damit erscheinen neue und verbesserte Arten der Agrikultur. Bei manchen dieser Weiterentwicklungen werden Änderungen an der Art und Weise vorgenommen, in der landwirtschaftliche Maschinen hergestellt und betrieben werden. Arbeitskräftemangel, Produktkosten, Emissionen usw. treiben die Technologie in diesem Industriezweig vor-

an, und damit rückt erneut das Wiedererfinden der Ausrüstung und ihre Art zu arbeiten in den Fokus.

[0027] In dieser Offenbarung werden eine oder mehrere Ausführungsformen beschrieben, die eine autonome Roboterarbeitsmaschine betreffen, welche dazu imstande ist, eine Vielzahl von landwirtschaftlichen Vorgängen auszuführen, d.h. Ernten (Getreide, Baumwolle, Zucker), Pflanzen, Säen, Sprühen (Nährstoff- und Schädlingsbekämpfungsanwendung), Landbestellung (primär, sekundär, Unkrautbekämpfung), Pflügen usw. Ein autonomer Roboter oder Roboterarbeitsmaschine ist eine Maschine, die dazu imstande ist, gewünschte Aufgaben in unstrukturierten oder strukturierten Umgebungen mit minimaler menschlicher Führung auszuführen. In manchen Ausführungsformen kann wenig bis keine menschliche Beteiligung bezüglich des Betriebs der autonomen Roboterarbeitsmaschine vorliegen. Der Autonomiegrad kann verschiedenartig strukturiert und auf einen Endbenutzer speziell anpassbar sein. Alternativ kann eine Steuereinheit oder Befehlszentrale der Maschine Anweisungen übermitteln, wie in dieser Offenbarung weiter beschrieben.

[0028] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 ist eine Ausführungsform einer autonomen Roboterarbeitsmaschine **100** dargestellt. Die Maschine **100** enthält einen Rahmen oder Chassis **102**, ein Frontende **104** und ein Rückende **106**. Es können Bodeneingriffsmechanismen zum Antreiben der Maschine **100** entlang einer Bodenfläche an den Rahmen **102** gekuppelt sein. Die Bodeneingriffsmechanismen können ein Paar Vorderräder oder -reifen **108** und ein Paar Hinterräder oder -reifen **110** enthalten. In anderen Ausführungsformen können die Bodeneingriffsmechanismen jedoch Raupenketten enthalten. Die Maschine **100** kann eine Steuereinheit oder ein Steuersystem **112** zum Steuern des Betriebs der Maschine enthalten. Wie untenstehend beschrieben kann das Steuersystem **112** Signale von einer entlegenen Steuereinheit oder Befehlszentrale empfangen und dorthin übertragen. Dies wird weiter hinsichtlich **Fig.** 2 beschrieben.

[0029] Am Frontende **104** der Maschine können Scheinwerfer **114** oder dergleichen angeordnet sein, um der Maschine den Betrieb bei Nacht zu ermöglichen. Anstelle von Scheinwerfern können diese Sensoren enthalten, wie etwa Näherungs- oder Positionssensoren. In einer anderen Ausführungsform kann eine Kamera oder ein Objekterkennungsmechanismus am Frontende **104** der Maschine **100** angeordnet sein. Diese und andere Alternativen werden untenstehender eingehender beschrieben.

[0030] Die Roboterarbeitsmaschine **100** ist derart gestaltet, dass sie eine oder mehrere grundlegende landwirtschaftliche Arbeitsvorgänge ausführen kann (Ernten, Pflanzen, Sprühen und Feldbestellung). Sie kann außerdem zum Ausführen von anderen Vorgän-

gen neben den grundlegenden landwirtschaftlichen Arbeitsvorgängen gestaltet sein. Abhängig von der Aufgabe kann ein bestimmtes Werkzeug oder Gerät zum Andocken oder Ankuppeln an die Maschine **100** gestaltet sein. Die Andock- oder Ankupplungsfunktion wird in dieser Offenbarung weiter beschrieben.

[0031] In jedem Falle kann sich die Maschine **100** autonom mit jeglichem Werkzeug verbinden und davon lösen. Zudem kann eine Andockstation vorsehen sein, mit der sich die Maschine **100** autonom verbinden und lösen kann. Die Andockstation kann ermöglichen, dass die Maschine ihren Kraftstoff und Wasser (beispielsweise zum Sprühen) nachfüllt. Zudem kann die Andockstation ermöglichen, falls die Maschine ein batteriebetriebenes System enthält, dieses batteriebetriebene System zu laden. Dies wird weiter hinsichtlich **Fig. 2** beschrieben.

[0032] Aufgaben oder Arbeitsvorgänge können der Roboterarbeitsmaschine **100** von einer Steuereinheit oder Befehlszentrale übermittelt werden. Ein Landwirt kann beispielsweise von der Steuereinheit oder Befehlszentrale aus eine Anweisung bezüglich einer Aufgaben- oder Arbeitsvorgangsart an die Arbeitsmaschine übermitteln. In manchen Fällen ist mehr als eine Roboterarbeitsmaschine **100** zum Ausführen derselben oder unterschiedlicher Vorgänge auf demselben Feld oder im selben Arbeitsbereich imstande. Zudem kann eine Arbeitsmaschine **100** zum Arbeiten imstande sein, bis eine Aufgabe abgeschlossen ist, d.h. 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche.

[0033] Aufgaben- oder Vorgangsinformationen können in einer Steuereinheit oder Befehlszentrale erstellt werden. Beispielsweise kann eine Befehlszentrale wie etwa ein John Deere® Operations Center zum Übermitteln von Aufgaben- oder Vorgangsinformationen an eine oder mehrere Maschinen benutzt werden. In jedem Falle können Übermittlungen drahtlos über ein zelluläres Netz, Wi-Fi®-Netz oder andere bekannte drahtlose Kommunikationsnetze stattfinden. Während Informationen wahrscheinlich drahtlos übermittelt werden, können andere Ausführungsformen zusätzlich zu drahtloser Kommunikation verdrahtete Kommunikation eingliedern.

[0034] Während die Roboterarbeitsmaschine **100** eine Aufgabe oder einen Vorgang fertigstellt, ist es möglich, die Maschine zu überwachen und Anweisungen je nach Notwendigkeit in Echtzeit anzupassen. Dies kann durch die drahtlose Kommunikation von der Steuereinheit oder Befehlszentrale aus erzielt werden. Alternativ kann ein Landwirt oder eine Bedienungsperson drahtlos von einem Remote-Rechner oder Mobilgerät aus kommunizieren. Eine Mobilgerätanwendung kann zum Ermöglichen von Kommunikation und Nachverfolgung zwischen dem Mobilgerät und der Maschine **100** benutzt werden. Das Mobilgerät kann ein Mobiltelefon, Smartpho-

ne, eine Smartwatch oder jegliches andere bekannte oder noch zu entwickelnde Remote-Kommunikationsgerät beinhalten.

[0035] Zum Fertigstellen einer Aufgabe oder eines Vorgangs, wie etwa Pflanzen, kann beispielsweise eine Karte eines Felds eines Landwirts elektronisch in der Steuereinheit oder Befehlszentrale gespeichert sein. Das Feld, oder der Arbeitsbereich, kann definierte Grenzen enthalten, und diese Grenzen können der Maschine **100** von der Steuereinheit oder Befehlszentrale aus übermittelt werden. Wie untenstehend beschrieben kann die Roboterarbeitsmaschine **100** einen GPS-Sensor enthalten, der mit der Maschinensteuerung **112** und der Fernsteuerseinheit oder Befehlszentrale kommuniziert. Andere Sensoren können ebenfalls mit jedem Kommunikationsgerät kommunizieren. Diese Sensoren beinhalten LIDAR-(auf jeder Seite der Maschine befindlich) und Sichtsensoren zum Erkennen von Hindernissen, Feldfrüchten, Unkraut und Oberflächenprofil. Andere Sensoren können zum Erkennen von Windschwindigkeit und -richtung zum Fertigstellen eines Sprühvorgangs benutzt werden. Abweichungssteuersensoren können sich ebenfalls an der Maschine befinden. Positionssensoren können zum Erkennen von Maschinenhöhe und -breite zusammen mit Werkzeug- oder Geräthöhe oder -tiefe (bezüglich der Bodenfläche) benutzt werden. In jedem Fall können die Sensoren verschiedene Eingänge erkennen und diese Eingänge der Maschinensteuerung, Steuereinheit oder Befehlszentrale übermitteln.

[0036] Das GPS kann einen Empfänger enthalten, der die Maschinengeschwindigkeit überwacht. Jedes Rad oder jede Kette kann Geschwindigkeitssensoren enthalten, die ebenfalls Maschinengeschwindigkeit erkennen. Diese Sensoren können außerdem ermöglichen, dass die Maschinensteuerung auf Grundlage von unterschiedlichen Neigungsgraden oder Oberflächenbedingungen die Traktion der Bodeneingriffsmechanismen ausgleicht oder steuert. Hochfrequenzidentifikations- oder Sichterkennungssensoren können ebenfalls an der Maschine zum Steuern des Betriebs oder Überwachen der Maschinenleistung benutzt werden. Jeder der oben genannten Sensoren kann mit der Maschinensteuerung oder der Fernsteuereinheit oder Befehlszentrale kommunizieren. Alternativ können die Sensoren nur mit der Maschinensteuerung kommunizieren, und die Maschinensteuerung kann direkt mit der Steuereinheit oder Befehlszentrale kommunizieren.

[0037] In **Fig. 2** ist eine Ausführungsform eines Steuersystems **200** einer autonomen Roboterarbeitsmaschine **208** dargestellt. Die Maschine **208** ist mit einem Paar Vorderräder **210** und einem Paar Hinterräder **212** gezeigt. Wie vorher beschrieben können andere Ausführungsformen Raupenketten statt Räder enthalten. In jedem Fall kann jedes Rad durch einen

Elektromotor angetrieben werden. Wie gezeigt, sind ein erster Motor **224**, ein zweiter Motor **226**, ein dritter Motor **228** und ein vierter Motor **230** zum Antrieben jedes Rads gezeigt. Bei Maschinen mit zusätzlichen Rädern kann ein Motor für jedes zusätzliche Rad vorhanden sein.

[0038] Die Maschine **208** kann außerdem ein Leistungserzeugungsgerät **216** enthalten, wie etwa eine Maschine, einen Motor usw. In einem Beispiel kann das Leistungserzeugungsgerät **216** einen Dieselmotor enthalten. Alternativ kann ein Naturgasmotor benutzt werden. In anderen Ausführungsformen können andere kraftstoffbetriebene Motoren benutzt werden. Zudem kann das Leistungserzeugungsgerät **216** einen Motor oder ein anderes Gerät zum Erzeugen von mechanischer Leistung enthalten. In dem Fall, in dem das Leistungserzeugungsgerät **216** mithilfe einer Art von Kraftstoff arbeitet, kann die Maschine **208** einen Kraftstofftank **218** enthalten.

[0039] In einem Beispiel dieser Offenbarung ist das Leistungserzeugungsgerät **216** ein Diesel-elektrische-Generator. In einem weiteren Beispiel ist das Gerät **216** ein Naturgas-elektrische-Generator. Von daher kann das Leistungserzeugungsgerät **216** mechanische Leistung erzeugen, die zumindest teilweise zu einem Generator **220** zum Erzeugen von elektrischer Leistung überführt wird. Obgleich nicht gezeigt, kann die Maschine **208** eine Batterie oder Reihe von Batterien zum Vorsehen von elektrischer Leistung enthalten. Die elektrische Leistung, die durch den Generator **220** erzeugt wird, kann zumindest teilweise zu jedem Radmotor **224, 226, 228, 230** zum Antrieben der Räder **210, 212** überführt werden. Zudem kann der Generator **220** elektrische Leistung zum Betreiben von Stellgliedern, Pumpen, Sensoren und Kameras liefern.

[0040] Andere Bauteile der Maschine **208** können elektrische Leistung vom Generator **220** aufnehmen, darunter eine Steuerung **214**. Die Steuerung **214** kann die Gesamtfunktion und den Gesamtbetrieb der Maschine **208** steuern. Die Steuerung **214** kann eine Speicher-Einheit zum Speichern von Anweisungen, Algorithmen, Software, Verweistabellen und dergleichen zum Steuern der Maschine **208** enthalten. Die Steuerung **214** kann außerdem einen Prozessor zum Ausführen von Anweisungen, Algorithmen und Software zum Steuern der Maschine **208** enthalten. Die Steuerung **214** kann in elektrischer Verbindung mit mehreren Sensoren stehen, die sich an der Maschine **208** befinden. Beispielsweise kann die Steuerung **214** mit einem GPS-Sensor **222** zum Erkennen von Standort und Geschwindigkeit der Maschine **208** in Verbindung stehen.

[0041] Wie in Fig. 2 gezeigt, kann die Maschine **208** eine Andockbaugruppe **232** enthalten, die untenstehend detaillierter beschrieben wird. Die Andockbaugruppe **232** kann eine einzelne Leistungseinheit zum

Antreiben von Werkzeugen oder Geräten enthalten, wenn diese an die Maschine **208** gekuppelt sind. Die Andockbaugruppe **232** kann Verbindungen enthalten, die es ermöglichen, eine Vielzahl von unterschiedlichen Werkzeugen oder Geräten an die Maschine **208** zu kuppeln, und daher ist die Maschine **208** dazu imstande eine Vielzahl von landwirtschaftlichen Aufgaben oder Vorgängen auszuführen, wie etwa Ernten, Pflanzen, Sprühen, Feldbestellung und mehr.

[0042] Zu Andockzwecken kann ein Werkzeugbereich zum Enthalten von jeglicher Anzahl von Werkzeugen oder Geräten angeordnet sein. Jedes Werkzeug oder Gerät kann eine oder mehrere Verbindungen zum Andocken oder Ankuppeln an die Andockbaugruppe **232** enthalten. In einem Beispiel kann die Andockfunktion ähnlich der Art und Weise erzielt werden, in der ein Laptop-Computer an seine Andockstation „andocken“ kann. Wenn sie angedockt ist, nimmt die Andockbaugruppe **232** elektrische Leistung vom Generator **220** auf und überführt ihrerseits elektrische Leistung über ihre Leistungseinheit zum Antreiben oder Betreiben des Geräts. In manchen Fällen können zusätzliche Leistungseinheiten zum Antreiben des Geräts vorhanden sein. Von daher wird die Maschine **208** zu einer autonomen Roboterarbeitsmaschine, die zum Ausführen von mehreren landwirtschaftlichen und Feldbestellungsvorgängen imstande ist, ohne dass eine Bedienungsperson an Bord ist und die Maschine direkt steuert.

[0043] Wie vorher beschrieben, kann die Maschine **208** durch eine Fernsteuereinheit gesteuert werden. In Fig. 2 kann sich beispielsweise eine Steuerung oder Steuereinheit **202** an einem fernen Standort befinden und über ein drahtloses Netz **204** mit der Maschinensteuerung **214** kommunizieren. Die Steuereinheit **202** kann ferner eine größere Befehlszentrale **206** enthalten oder ein Teil davon sein, die über das drahtlose Netz **204** kommuniziert. Die Befehlszentrale **206** kann beispielsweise Teil eines MyJohn-Deere Operations Center sein, das Werkzeuge für Kunden zum Verwalten von Maschinen vorsieht. Maschinendaten können unter Benutzung von JDLink™ zum Teilen mit Pflanzengutachtern oder -beratern sicher hochgeladen werden. Die Befehlszentrale **206** kann andere Formen annehmen, und das vorhergehende Beispiel ist nur eine von jeglicher Anzahl von Ausführungsformen, die unter Anwendung der Lehren dieser Offenbarung eingegliedert sein können.

[0044] Ein Verbraucher kann eine Karte von einem oder mehreren Feldern oder Arbeitsbereichen zur Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** hochladen. Feldgrenzen können aus diesen Arbeitsbereichen zum Übermitteln an die Maschinensteuerung **214** definiert sein. Andere Informationen, wie etwa Bestandssaatart, Vorgangsart und mehr können von der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** ge-

speichert und an die Steuerung 214 übermittelt werden. Infolgedessen können Anweisungen und Funktionalität einer bestimmten Aufgabe oder Vorgangs an die Maschine 208 übermittelt werden.

[0045] Wie außerdem in **Fig. 2** gezeigt, kann eine Andockstation 234 vorgesehen sein. Die Andockstation 234 kann Speicherplatz für Kraftstoff, Wasser, jegliches chemische Anwendungsmittel, elektrische Leistung usw. enthalten. Von daher kann die Maschine 208 beispielsweise ihren Kraftstofftank 218 durch Andocken an die Andockstation 234 auffüllen. Dies kann ohne Eingriff einer Bedienungsperson geschehen, sodass die Maschine autonom Kraftstoff tanken oder Wasser für einen Sprühvorgang auffüllen oder eine Batterie zum Vorsehen von elektrischer Leistung laden kann. Die Andockstation 234 kann neben den hierin beschriebenen und in **Fig. 2** gezeigten anderen Ressourcen vorsehen.

[0046] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist die autonome Roboterarbeitsmaschine 208 mit einer Anzahl von Positionssensoren und Stellgliedern gezeigt. Jeder Sensor und jedes Stellglied kann mittels elektrischer Leistung vom Generator 220 angetrieben werden. Zudem kann jeder Sensor und jedes Stellglied mit der Steuerung 214 in Verbindung stehen. Wie in dieser Ansicht gezeigt, enthält die Maschine zumindest ein erstes Rad 300 und ein zweites Rad 302. Diese Räder können jedes Paar Vorderräder 210 oder Hinterräder 212 von **Fig. 2** enthalten. Jedes Rad kann individuell und unabhängig durch einen Motor angetrieben werden, wie oben bezüglich **Fig. 2** beschrieben. Jedes Rad kann einen Sensor (nicht gezeigt) zum Erkennen der Radgeschwindigkeit des jeweiligen Rads enthalten, und die erkannte Radgeschwindigkeit kann an die Steuerung 214 übermittelt werden.

[0047] Die Arbeitsmaschine 208 enthält außerdem einen Rahmen oder ein Chassis 304, der/das anpassbar sein kann. Die Maschinensteuerung 214 kann zum autonomen Anpassen einer Rahmenbreite oder -höhe, je nach Notwendigkeit für eine jeweilige Funktion oder einen jeweiligen Vorgang, programmiert sein. In **Fig. 3** stehen ein Sensor 310 und ein Stellglied 312 zum Anpassen einer Breite, W, des Rahmens 304 mit der Steuerung 214 in elektrischer Verbindung. Die Breite kann, wie durch den Pfeil 306 angezeigt, zum Unterbringen von verschiedenen Werkzeugen oder Geräten zum Ausführen eines gewünschten landwirtschaftlichen Vorgangs angepasst werden. Da bestimmte Werkzeuge oder Geräte eine höhere Abweichungsbelastung aufweisen können, beispielsweise ein Werkzeug zur tiefgehenden Feldbestellung, kann ein schmales Werkzeug gezogen werden, sodass die Momentanforderungen erfüllt werden können. Zudem kann es erwünscht sein, beim Arbeiten mit unterschiedlichen Pflanzengrößen oder auf Grundlage verschiedener Beabstan-

dung von Pflanzenreihen innerhalb eines Arbeitsbereichs oder Felds die Breite des Rahmens anzupassen. Der Sensor 310 kann der Steuerung 214 eine aktuelle Breite oder Position des Rahmens übermitteln. Die Steuerung 214 kann ihrerseits das Stellglied 312 zum Anpassen der Rahmenbreite betätigen. Während die Breite angepasst wird, kann der Sensor 310 die Rahmenbreite periodisch oder fortlaufend erkennen und diese an die Steuerung 214 übermitteln. Sobald die gewünschte Breite erreicht ist, kann die Steuerung 214 die Betätigung des Stellglieds 312 abbrechen.

[0048] Zusätzlich zur Breite kann der Rahmen 304 vertikal angepasst werden, wie durch den Pfeil 308 angezeigt, um es der Maschine 208 zu ermöglichen, Vorgänge mit höheren Pflanzen durchzuführen. Anders gesagt kann eine Höhe, H, des Rahmens 304 angepasst werden. Dazu ist ein erster Sensor 314 am oder nahe dem ersten Rad 300 angeordnet und ein zweiter Sensor 302 am oder nahe dem zweiten Rad 302 angeordnet. Abhängig von der Ausführungsform kann dieselbe Anzahl von Sensoren wie von Rädern vorliegen. Ein Stellglied kann ebenfalls nahe jedem Rad angeordnet sein. In **Fig. 3** sind beispielsweise ein erstes Stellglied 318 und ein zweites Stellglied 320 gezeigt. Jedes Stellglied und jeder Sensor ist elektrisch an die Steuerung 214 gekoppelt, und die Steuerung 214 kann die Betätigung von jedem Stellglied zum Anpassen der Rahmenhöhe steuern. Dazu kann jeder Sensor 314, 316 eine Position oder Höhe des Rahmens an die Steuerung 214 übermitteln. Die Steuerung 214 kann auf Grundlage von Anweisungen, die sie von der Steuereinheit 202 oder Befehlszentrale 206 empfängt, die Rahmenhöhe durch Betätigen jedes Stellglieds 318, 320 anpassen, bis die Rahmenhöhe ihre gewünschte Position erreicht. Während die Rahmenhöhe zunimmt, kann sich ein Werkzeug oder Gerät, das an den Rahmen gekuppelt ist, ebenfalls anheben und daher den Abstand zwischen dem Gerät und der Bodenfläche vergrößern. Die Rahmenhöhe kann außerdem verringert werden, um es der Maschine 208 zu ermöglichen, beispielsweise einen tiefgehenden Feldbestellungs vorgang auszuführen.

[0049] Rahmenhöhe und -breite können durch andere Mittel als ein Stellglied, d.h. ein lineares Stellglied, anpassbar sein. Beispielsweise kann eine Kugelspin del, ein pneumatisches oder elektrisches Stellglied zum Anpassen der Position des Rahmens benutzt werden. Andere bekannte Mittel können ebenfalls benutzt werden.

[0050] In der Ausführungsform von **Fig. 3** ist der Rahmen 304 als einen Bereich 322 zumindest teilweise unterhalb des Rahmens 304 für Werkzeuge oder Geräte, die an die Andockbaugruppe 232 angekuppelt oder angedockt werden sollen, definierend gezeigt. Wenn die Höhe oder Breite des Rahmens

vergrößert wird, kann der Bereich **322** ebenfalls vergrößert werden, um verschiedene Größen von Werkzeugen oder Geräten unterzubringen. Gleicherweise kann eine Verringerung der Höhe oder Breite zum Unterbringen von kleineren Werkzeugen oder Geräten notwendig sein. Dies ist weiter in **Fig. 4** gezeigt.

[0051] In **Fig. 4** ist ein Werkzeug oder Gerät **400** gezeigt, das an die Arbeitsmaschine **208** angedockt oder angekuppelt wird. Jedes Werkzeug oder Gerät **400**, das betriebsfähig an die Andockbaugruppe **232** der Maschine **208** angedockt oder angekuppelt werden kann, kann eine oder mehrere Verbindungen enthalten. Beispielsweise ist in **Fig. 4** das Gerät **400** mit einem ersten Kuppelmechanismus **404** und einem zweiten Kuppelmechanismus **408** gezeigt. Der erste Kuppelmechanismus **404** kann eine mechanische Kupplung zwischen der Andockbaugruppe **232** der Maschine **208** und dem Gerät **400** ermöglichen. Es können abhängig von der Größe des Geräts ein oder mehrere erste Kuppelmechanismen **404** am Gerät vorliegen. Der zweite Kuppelmechanismus **408** kann jegliche elektrische, hydraulische oder Fluidkupplung zwischen dem Gerät **400** und der Maschine **208** ermöglichen. Der zweite Kuppelmechanismus **408** kann Drähte (nicht gezeigt), Verrohrung oder Verschlauchung (nicht gezeigt) oder andere Fluidleitungen enthalten. Abhängig vom Gerät **400** können ein oder mehrere zweite Kuppelmechanismen **408** vorliegen.

[0052] Beim Andocken eines Geräts **400** kann die Maschine **208** in einer Laufrichtung **410** zu einer Position oder einem Standort gesteuert werden, wo die Andockbaugruppe **232** über dem zweckmäßigen Gerät **400** angeordnet ist. Die Steuerung **214** kann die Höhenanpassungsstellschrauben **318, 320** auf eine zweckmäßige Höhe zum Andocken oder Ankuppeln des Geräts **400** an die Andockbaugruppe **232** betätigen. Die Andockbaugruppe **232** kann eine Geräteandockkupplung **402** enthalten. Die Andockkupplung **402** kann die Form einer Sperr-, Einklink- oder anderen bekannten mechanischen Vorrichtung zum Ankuppeln des Geräts annehmen. In einer Ausführungsform kann die Andockkupplung **402** elektrisch durch die Steuerung **214** zum Drehen gesteuert werden, bis sie mit dem ersten Kuppelmechanismus **404** des Geräts **400** in Eingriff tritt. Der erste Kuppelmechanismus **404** kann eine Öffnung oder ein Loch zum Aufnehmen der Geräteandockkupplung **402** definieren. Es können andere, sichere Mittel zum Verkuppen der Kupplung **402** und des Mechanismus **404** benutzt werden. In dem Fall, in dem die Geräteandockkupplungen gesteuert gedreht werden, kann, sobald die Kupplung **402** den ersten Kupplungsmechanismus **404** in Eingriff nimmt, weitere Drehung der Kupplung **402** beginnen, das Gerät **400** anzuheben, bis es sachdienlich ausgerichtet ist. Sachdienliche Ausrichtung kann zum Herstellen von sicheren Verbindungen zwischen elektrischen, hydraulischen und

Fluidleitungen zwischen der Maschine **208** und dem Gerät **400** notwendig sein. Zudem kann die Rahmenhöhe erhöht werden, um das Gerät **400** weiter von einer Bodenoberfläche weg zu heben, was in einem Transportmodus notwendig sein kann.

[0053] Neben dem hierin beschriebenen können andere Andocksysteme benutzt werden.

[0054] Beispielsweise kann eine Ausführungsform eine Schnappverbindung zwischen dem Gerät und der Maschine eingliedern. In jedem Falle kann die Art und Weise, auf die das Gerät an die Maschine angedockt oder angekuppelt wird, für jegliche Anzahl von Geräten dieselbe sein, welche dazu imstande sind, einen Erntevorgang, einen Pflanzvorgang, einen Sprühvorgang, einen Feldbestellungsvorgang oder jeglichen anderen landwirtschaftlichen Vorgang auszuführen. Daher ist das Andocken oder Ankoppen zwischen der Maschine und einer Vielzahl von verschiedenen Werkzeugen oder Maschinen universal.

[0055] Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist die Maschine **208** in einer Laufrichtung **410** beweglich. Wie gezeigt enthält der Rahmen **304** der Maschine **208** eine Länge, **L**. In zumindest einer Ausführungsform kann die Länge des Rahmens **304** feststehend sein, d.h. sie ist nicht anpassbar. In diesen Ausführungsformen ist daher die Rahmenhöhe und -breite anpassbar, die Länge jedoch ist feststehend. In anderen Ausführungsformen kann die Länge jedoch bedarfsabhängig anpassbar sein. Wenn die Rahmenlänge anpassbar ist, können ein Sensor und ein Stellglied zum Erkennen bzw. Anpassen der Länge des Rahmens **304** benutzt werden.

[0056] Obgleich in den vorhergehenden Ausführungsformen nicht gezeigt, kann die Maschine **208** einen Abschnitt über dem Rahmen **304** für verschiedene Leistungselemente nutzen. Beispielsweise kann ein Solarmodul (nicht gezeigt) oben auf der Maschine **208** angebracht sein. Solarenergie, die über das Solarmodul aufgenommen wird, kann beim Betreiben von verschiedenen Funktionen der Maschine unterstützen. Gleicherweise kann der Generator Leistung vom Solarmodul zum weiteren Antreiben der Radmotoren, der Steuerung, Sensoren usw. aufnehmen. Ein Batteriepack (nicht gezeigt) kann oben auf dem Rahmen **304** angeordnet sein, mit einem leicht zugänglichen Batterieanschluss, um das Laden des Batteriepacks zu ermöglichen, wenn die Maschine nicht in Betrieb ist. Andere elektrische oder Leistungselemente können über dem Rahmen oder an einer Stelle über oder außerhalb des Gerätebereichs **322** angeordnet sein.

[0057] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** ist die autonome Roboterarbeitsmaschine **208** mit einem daran angedockten oder angekuppelten primären Feldbe-

stellungsgerät **500** gezeigt. Das primäre Feldbestellungsgerät kann einen oder mehrere Aufreißer **502** enthalten, die an die Andockbaugruppe **232** der Maschine **208** angedockt sind. Jeder Aufreißer **502** kann einen ersten Kupplungspunkt **506** und einen zweiten Kupplungspunkt **508** enthalten. Jeder Kupplungspunkt kann sich auf den ersten Kuppelmechanismus **404**, wie in **Fig. 4** gezeigt, beziehen. Obgleich nicht gezeigt, kann das primäre Feldbestellungsgerät **500** einen zweiten Kuppelmechanismus **408** zum Eingliedern jeglicher elektrischer, hydraulischer oder Fluidverbindungen mit der Maschine **208** enthalten.

[0058] Während eines Feldbestellungsvorgangs kann jeder Aufreißer **502** auf eine gewünschte Tiefe in den Boden abgesenkt werden. Dazu kann die Rahmenhöhe, H, durch die Steuerung **214** zum Erreichen der gewünschten Tiefe angepasst werden. Positionsensoren oder andere Fühlvorrichtungen können an der Maschine **208** oder dem Feldbestellungsgerät **500** zum Übermitteln der Tiefe jeden Aufreißers **502** an die Steuerung **214** eingegliedert sein. Andere bekannte Mittel können zum Bestimmen der zweckmäßigen Tiefe der Aufreißer **502** während eines Feldbestellungsvorgangs benutzt werden. Zudem können, wenn das Gerät **500** auf eine bestimmte Tiefe abgesenkt ist, hohe Zugbelastungen auftreten. Durch Verringern der Rahmenhöhe kann die Maschine **208** besser dazu imstande sein, jegliche Belastungen zu handhaben, die auf das Gerät **500** oder die Maschine **208** einwirken.

[0059] In **Fig. 5** ist die Maschine **208** mit einer Sichterkennungsvorrichtung gezeigt, wie etwa einer Kamera **510**. Die Kamera **510** kann mit der Steuerung **214** kommunizieren und jegliches Hindernis in einer Laufrichtung **410** der Maschine **208** identifizieren. Die Kamera **510** kann ferner mit der Steuereinheit **202** oder der Befehlszentrale **206** in Verbindung stehen, sodass Bilder von einem Landwirt oder anderem Benutzer in Echtzeit betrachtet werden können. Beispielsweise kann es eine Mobilanwendung auf einem Smartphone oder einer Smartwatch einem Benutzer ermöglichen, den Betrieb der Maschine **208** fortlaufend zu überwachen. In einem anderen Beispiel kann die Kamera **510** einen Benutzer mit einer Qualitätsanalyse versehen. Beispielsweise können Pflanzen, Unkraut und Oberflächenneigung während des Betriebs erkannt und der Steuerung **214** übermittelt werden. Qualitätskontrolle kann über ein oder mehrere Sichterkennungswerzeuge, die an verschiedenen Stellen an der Maschine **208** angeordnet sind, verbessert werden. Während **Fig. 5** eine einzige Kamera darstellt, die an einem Frontende der Maschine **208** angeordnet ist, zieht die vorliegende Offenbarung jegliche Anzahl von Kameras oder Sensoren in Betracht, die an jeglicher Stelle an der Maschine angeordnet sind.

[0060] In **Fig. 6A** und **Fig. 6B** ist ein sekundäres Feldbestellungsgerät **606** an die Maschine **208** angedockt oder angekuppelt. In **Fig. 6A** ist die Maschine **208** in einer Arbeitsposition **600** befindlich gezeigt. Dabei ist der Rahmen **304** abgesenkt, um es dem Gerät **606** zu ermöglichen, in den Erdboden einzugreifen und einen Feldbestellungsvorgang auszuführen. In **Fig. 6B** ist die Maschine **208** jedoch in einer Transportposition **602** befindlich gezeigt. Dabei ist der Rahmen **304** angehoben, sodass das Gerät **606** nicht mehr in Kontakt mit dem Boden ist. Wie gezeigt ist ein Raum, der Bodenfreiraum **604** definiert, zwischen dem Boden und dem Gerät **606** eingerichtet. In der Transportposition **602** kann die Maschine bei höheren Geschwindigkeiten als in der Arbeitsposition **600** fahren. Alternativ kann die Maschine **208** in beiden Positionen bei derselben Geschwindigkeit fahren, wobei die Maschine **208** in der Transportposition keinerlei Feldbestellung ausführt.

[0061] Unter Bezugnahme auf **Fig. 7** ist ein Ackerbewirtschaftungs- oder Feldbestellungsgerät **700** auf ähnliche Art und Weise wie jene von **Fig. 5** an die Maschine **208** angedockt oder angekuppelt gezeigt. Das Gerät **700** enthält zumindest einen Aufreißer **702**, der an die Andockbaugruppe **232** der Maschine **208** angekuppelt ist. In **Fig. 7** ist die Maschine **208** jedoch mit Bodeneingriffsmechanismen in der Form einer ersten Kettenbaugruppe **704** und einer zweiten Kettenbaugruppe **706** gezeigt. Von daher wird die autonome Roboterarbeitsmaschine **208** als entweder Räder oder Ketten enthalten in Betracht gezogen.

[0062] In **Fig. 8** ist ein Pflanzgerät **800** an die Maschine **208** angedockt oder angekuppelt gezeigt. Dabei kann das Pflanzgerät **800** einen Saatbehälter **802** zum Speichern von jeglicher Art von Saat enthalten. Zudem kann ein Einpflanzwerkzeug **804** die Saat auf herkömmliche Art und Weise empfangen und die Saat einpflanzen. In **Fig. 8** ist die Maschine in einem Transportmodus gezeigt, wobei der Rahmen angehoben ist, sodass das Pflanzgerät vom Boden weg ist. Die Steuerung **214** kann die Rahmenhöhe zwischen ihrer Transportposition von **Fig. 8** und ihrer Arbeitsposition (nicht gezeigt) zum Ausführen eines Pflanzvorgangs steuern. Beim Andocken des Pflanzgeräts **800** an die Maschine **208** kann das Pflanzgerät wie vorher beschrieben im Werkzeugbereich angeordnet werden. Die Maschine **208** kann derart angeordnet sein, dass der Rahmen rittlings oder zumindest teilweise über dem Pflanzgerät **800** angeordnet ist. Das Pflanzgerät **800** kann auf eine hierin beschriebene Art und Weise an die Andockbaugruppe **232** angedockt oder angekuppelt werden.

[0063] Unter Bezugnahme auf **Fig. 9** kann ein Erntegerät **900** zum Durchführen eines Erntevorgangs an die Arbeitsmaschine **208** angedockt oder angekuppelt sein. Das Erntegerät **900** kann ein Erntemodul **902** und Erntewerkzeug **914** zum Enthülsen und

Schälen einer Pflanze **910** enthalten. Das Erntemodul **902** kann gemäß den hierin beschriebenen Verfahren an die Andockbaugruppe **232** der Maschine **208** angedockt oder angekuppelt sein. Korn **912** kann vom Erntemodul **902** zu einem Pflanzenspeicherkarren **904** überführt werden. Der Pflanzenspeicherkarren **904** kann einen Speicherbehälter **906** enthalten, der ein oder mehrere Räder **908** enthält. Der Pflanzenspeicherkarren **904** kann entweder an das Erntemodul **904** oder an die Maschine **208** angekuppelt sein. In manchen Fällen kann der Pflanzenspeicherkarren **904** sowohl an das Modul **904** als auch an die Maschine **208** angekuppelt sein.

[0064] Der Enthüllungs- und Schälvorgang kann durch das Erntewerkzeug **914** erzielt werden und das Korn im Behälter **906** des Speicherkarrens **904** gespeichert werden. Der Behälter **906** kann einen Tank mit daran angebrachten Solargebläsen (nicht gezeigt) enthalten, um langfristige Lagerung in einem Feld- oder Arbeitsbereich zu ermöglichen. Von daher kann der Behälter **906** als modulare Speicherreiheit ähnlich einem Baumwollpflückerrundmodul fungieren. Jeder Behälter **906** kann einen GPS-Sensor (nicht gezeigt) enthalten, der mit der Maschinensteuerung **214**, Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** kommuniziert. Alternativ kann das GPS **222** an der Arbeitsmaschine **208** eine Position des Behälters **906** aufzeichnen, wenn der Behälter **906** in einem Arbeitsbereich oder Feld zurückgelassen wird, und das GPS **222** kann den Standort des Behälters **906** an die Maschinensteuerung **214**, Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** übermitteln. Infolgedessen kann der Behälter **906** in einem Feld- oder Arbeitsbereich lokalisiert und zu einem späteren Zeitpunkt abgeholt werden. Der Behälter **906** kann beispielsweise Öffnungen enthalten, um zu ermöglichen, dass ihn ein Gabelstapler auf einen Pickup hebt. Alternativ kann er ein Mittel enthalten, das es ermöglicht, ihn in einen Auflieger oder ein anderes Fahrzeug zu kippen. Jeder Behälter **906** kann derart gestaltet sein, dass mehrere Behälter zur Lagerung oder zum Transport aufeinander gestapelt werden können.

[0065] In **Fig. 10** und **Fig. 11** ist die Arbeitsmaschine **208** zum Ausführen von verschiedenen Sprühvorgängen gezeigt. In **Fig. 10** ist beispielsweise ein Sprühgerät **1000** gezeigt, das an die Andockbaugruppe **232** der Arbeitsmaschine **208** angedockt oder angekuppelt ist. Das Sprühgerät **1000** kann einen Fluidhaltetank **1002** enthalten. In dieser Offenbarung ist in Betracht gezogen, dass der Fluidhaltetank **1002** Wasser oder ein chemisches Anwendungsmittel enthalten kann. In einer Ausführungsform können ein oder mehrere chemische Produkte derart an das Sprühgerät gekoppelt sein, dass das Produkt in Fluidverbindung mit dem Tank steht. In einer anderen Ausführungsform kann der Tank **1002** ein Gas oder eine Mischung einer Flüssigkeits-/Gassubstanz

enthalten. In einer weiteren Ausführungsform kann das chemische Anwendungsmittel ein Schädlingsbekämpfungsmittel oder ein Düngemittel sein. Andere Substanzen oder Chemikalien können ebenfalls benutzt werden.

[0066] Zusätzlich zu einem Tank **1002** kann das Sprühgerät **1000** einen Ausleger **1004** mit einer oder mehreren Düsen (nicht gezeigt) enthalten. Jede Düse kann eine chemische Substanz zum Sprühen der Substanz **1006** auf eine Pflanze oder Unkraut **1008** zugeführt werden. Die Maschinensteuerung **214** kann die Ausrichtung und Positionierung des Sprühgeräts **1000** steuern, sodass jede Düse für den Sprühvorgang angemessen ausgerichtet ist.

[0067] In **Fig. 10** ist der Rahmen **304** im Vergleich zu **Fig. 11** in einer abgesenkten Position. In **Fig. 11** ist der Rahmen angehoben, um seitliches Düngen oder Sprühen von größeren Pflanzen **1110** zu ermöglichen. In dieser dargestellten Ausführungsform kann die Maschine **208** einen Sprühvorgang ausführen, bei dem Stickstoff oder andere anreichernde Nährstoffe zur Wurzelmasse hin und auf die Seite jeder Pflanze **1110** gesprüht wird. Dabei kann ein Sprühgerät **1110**, das jenem von **Fig. 10** gleicht, einen Tank **1102** zum Enthalten einer Flüssigkeit oder eines Gases enthalten. Beispielsweise kann Wasser im Tank **1102** gespeichert sein. Das Gerät **1110** kann ferner einen gestreckten Sprühhausleger **1106** enthalten. Mehrere Düsen **1104** stehen vom Ausleger **1106** nach unten vor und erzeugen ein Spray **1108**, wie in **Fig. 11** gezeigt. Dieser Aufbau kann beispielsweise zum Zuführen von Nährstoffen zu spätsaisonalem Mais erwünscht sein.

[0068] Die Düsen **1104** können zweckmäßig von einander beabstandet sein, sodass jede Düse **1104** zwischen einer Pflanzenreihe ausgerichtet ist. Die Höhenverstellbarkeit des Maschinenrahmens **304** ermöglicht, dass die Maschine **208** in ihrer Arbeitsposition angeordnet wird, um jegliche Anzahl von Vorgängen für verschiedene Pflanzen und Pflanzengrößen zu ermöglichen. Die Höhen- und Breitenverstellbarkeit ermöglicht ferner die Maschinenflexibilität zum autonomen Ausführen eines Vorgangs und dann eines anderen ohne Unterbrechung (ausgenommen die Zeit zum Wechseln von Geräten und Auffüllen von Kraftstoff, Wasser usw.). Die Maschine **208** ist von Arbeitsausfall unbeeinflusst, außer sie wird von der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** angewiesen, einen bestimmten Vorgang zu unterbrechen.

[0069] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12** ist eine Ausführungsform eines Steuerprozesses **1200** für die Steuerung der Maschine **208** dargestellt. Der Steuerprozess **1200** kann einen oder mehrere Blöcke oder Schritte zum Ausführen einer jeweiligen Aufgabe oder eines jeweiligen Vorgangs enthalten. Wie vorher beschrieben kann ein Landwirt oder Besit-

zer der Maschine **208** verschiedene Aufgaben oder Vorgänge in eine Anwendung laden, die von der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** gespeichert wird. Dies kann beispielsweise über eine Mobilanwendung oder ein Computerprogramm erzielt werden. Der Landwirt oder Benutzer kann verschiedene Informationen bezüglich eines bestimmten Vorgangs laden, wie etwa Saatart, Feldbestellungs-tiefe, Feldart, Bereich, Geschwindigkeit, Chemikalienart usw. Von daher kann dies, wenn der Landwirt oder Benutzer die Durchführung eines bestimmten Vorgangs wünscht, der Maschinensteuerung **214** in einem ersten Block **1202** von Fig. 12 von der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** übermittelt werden.

[0070] Im Block **1202** können die von der Steuerung **1202** empfangenen Anweisungen eine durchzuführende Vorgangsart enthalten. Für einen Feldbestellungsvorgang können die Anweisungen Feld- oder Arbeitsbereich (mit zugehörigen Grenzen und Standort), Feldbestellungsart und Tiefenbeschreibung enthalten. Andere Informationen können ebenfalls vorgesehen werden. Für einen Pflanzvorgang können die Informationen u.a. Feldstandort, Saatart und Vorgangsrate enthalten. Für einen Erntevorgang können die Informationen Feldstandort und Pflanzenart enthalten. Falls die Maschine **208** einen Speicherkarren **904** finden muss, können die Informationen einen Standort eines Karrens enthalten. Für einen Sprühvorgang können die im Block **1202** empfangenen Informationen Feldstandort, Chemikalienart und Sprüh-rate enthalten.

[0071] Sobald die Informationen im Block **1202** empfangen werden, kann der Steuerprozess **1200** zu Block **1204** weiterleiten, in dem die Steuerung **214** die Maschine **208** betriebsfähig zu einem Werkzeugspeicherbereich steuert, in dem sich ein oder mehrere Geräte befinden. Jedes Gerät kann sich an einer spezifischen Stelle befinden, die der Steuerung bekannt ist. Alternativ kann ein RFID-Tag oder eine andere Kommunikationsvorrichtung (beispielsweise ein Sensor) ein Signal an einen Empfänger an der Maschine **208** übertragen, sodass die Steuerung **214** die Geräteart, die in den Anweisungen identifiziert ist, korrekt identifizieren kann. Sobald das korrekte Gerät identifiziert ist, kann die Steuerung **214** die Bewegung der Maschine **208** derart steuern, dass die Maschine zweckdienlich am Gerät ausgerichtet ist. Positionssensoren können die Nähe und die Lage des ersten Kuppelmechanismus **404** und zweiten Kuppelmechanismus **408** am Gerät **400** erkennen. Sobald die Ausrichtung identifiziert ist, kann die Steuerung **214** die Rahmenhöhe und -breite zum Andocken der Andockbaugruppe **232** an das Gerät **400** in Block **1206** anpassen. Sensoren oder andere bekannte Erkennungsmittel können der Steuerung **214** übermitteln, wenn die Andockbaugruppe **232** sicher an das Gerät **400** angedockt oder angekuppelt ist. Die Steue-

rung **214** kann in Block **1208** jegliche elektromagnetische, elektrische oder mechanische Kupplung zwischen der Andockbaugruppe **232** und dem Gerät **400** steuern.

[0072] Sobald das Gerät **400** korrekt an die Maschine **208** angedockt ist, kann der Steuerprozess **1200** zu Block **1210** weiterleiten. Hier passt die Steuerung **214** die Höhe und Breite des Rahmens **304** an, so dass die Maschine in ihrem Transportmodus oder in ihrer Transportposition ist. Sobald die Maschine in ihrer Transportposition ist, leitet der Steuerprozess **1200** zu Block **1212** weiter.

[0073] In Block **1212** kann die Steuerung die Bewegung der Maschine **208** zu einem Arbeitsbereich steuern, der in den Anweisungen, welche in Block **1202** empfangen wurden, zugewiesen wurde. Das GPS **222** an der Maschine kann der Steuerung **214**, Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** Maschinenbewegung und -standort übermitteln. In jedem Falle kann die Steuerung **214** die Maschine **208** auf Grundlage von Kommunikation mit der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** zu ihrem korrekten Arbeitsbereich steuern. Der Arbeitsbereich, der in den Anweisungen definiert ist, kann einen Feldstandort oder einen Bereich innerhalb eines Felds identifizieren. Beispielsweise können, wenn mehr als eine Pflanze in einem einzelnen Feld gepflanzt ist, die Anweisungen identifizieren, wohin im Feld die Maschine **204** fahren soll. Eine Karte des Felds kann von der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** gespeichert sein, um der Maschinensteuerung **214** Führungsanweisungen zu übermitteln. In einer Ausführungsform kann die Maschinensteuerung **214** die Karte auch in ihrem Speicher speichern und die Karte zusammen mit Kommunikationen vom GPS **222** zum Führen der Fahrt zum korrekten Standort benutzen.

[0074] Sobald die Maschine **208** den korrekten Arbeitsbereich in Block **1212** erreicht, kann der Steuerprozess **1200** zu Block **1214** weiterleiten. In Block **1214** kann die Steuerung **214** die Höhe und Breite des Rahmens **304** an seine Arbeitsposition anpassen. Als Teil von Block **1214** kann die Steuerung **214** die Höhe und Breite auf Grundlage von Betriebsanweisungen anpassen, die in Block **1202** empfangen wurden. Beispielsweise kann, wenn die in Block **1202** empfangenen Anweisungen für einen Feldbestellungsvorgang sind, die Steuerung **214** dann die Höhe und Breite des Rahmens **304** derart anpassen, dass die Anweisungen bezüglich einer Feldbestellungsart und Tiefenvorgabe erfüllt sind. Wenn das Feldbestellungswerkzeug ab- und auf die vorgegebene Tiefe in den Boden gesenkt wird, können Sensoren mit der Steuerung **214** kommunizieren, um zu gewährleisten, dass die richtige Tiefe erreicht ist. Das Feldbestellungswerkzeug kann einen Sensor enthalten, der mit der Steuerung **214** kommuniziert, oder Sensoren an der Maschine **208** können

die Steuerung **214** mit Höhenmessungen versehen, die auf Grundlage der Beziehung zwischen der Tiefe des Feldbestellungswerkzeugs bezüglich der Rahmenhöhe ausgelegt werden können. In einer Ausführungsform kann eine Verweistabelle im Speicher der Steuerung **214** gespeichert sein, die Informationen hinsichtlich Tiefenvorgabe bezüglich Rahmenhöhe vorsieht.

[0075] Für einen Pflanzvorgang kann die Steuerung **214** das Pflanzwerkzeug **804** derart steuern, dass es zweckdienlich auf eine korrekte Tiefe in den Boden gesenkt wird. Für einen Sprühvorgang können die in Block **1202** empfangenen Anweisungen eine Höhe spezifizieren, auf der der Ausleger in der Arbeitsposition angeordnet wird. Zudem kann die Steuerung **214** in Block **1214** den Sprühausleger zum Ausklappen aus seiner eingeklappten Position (falls anwendbar) steuern, sodass das Sprühgerät für den Sprühvorgang bereit ist.

[0076] Sobald die Steuerung **214** die Rahmenhöhe und -breite angepasst hat und die Maschine und das Gerät in ihren Arbeitspositionen sind, kann der Steuerprozess **1200** zu Block **1216** weiterleiten. In Block **1216** kann die Steuerung **214** die Maschine und das Gerät zum Ausführen des gewünschten Vorgangs, der in den Anweisungen in Block **1202** spezifiziert ist, steuern. Abhängig vom Vorgang können die in Block **1202** empfangenen Anweisungen bestimmte Anforderungen spezifizieren, die die Steuerung **214** zum Steuern der Maschine **208** zum Durchführen des Vorgangs benutzt. Beispielsweise kann, wenn ein Feldbestellungsvorgang durchgeführt wird, die Steuerung **214** fortlaufend oder zumindest periodisch die Tiefe der Aufreißer **502** überwachen, um zu gewährleisten, dass der Erdboden auf der zweckdienlichen Tiefe bestellt wird. Wenn ein Pflanzvorgang durchgeführt wird, können die Anweisungen Informationen wie etwa Saatart und Rate enthalten. Hier überwacht die Steuerung **214** die Rate über Sensoren und andere bekannte Erkennungsmittel. Die Steuerung **214** kann Anpassungen an der Maschine oder am Gerät in Echtzeit durchführen, sodass die Anweisungen befolgt werden. Zudem kann, wenn der Saatbehälter **802** wenig oder keine Saat mehr enthält, die Steuerung **214** das Saatniveau erkennen und die Maschine **208** zu einer Saatladestation zum Auffüllen des Behälters steuern. Die Maschine **208** kann so oft wie notwendig zur Ladestation zurückkehren, bis der Vorgang abgeschlossen ist.

[0077] Falls der Vorgang ein Erntevorgang ist, kann die Steuerung **214** die Maschine **208** zum Ankuppeln an einen Pflanzenspeicherkarren **904** steuern. Während des Vorgangs kann die Steuerung **214** erkennen, wenn der Karren mit Pflanzen gefüllt ist. Wenn er auf ein Schwellenniveau gefüllt ist, kann die Steuerung **214** die Maschine **208** zum Fahren zu einem zugewiesenen Standort zum Freigeben des mit Pflan-

zen gefüllten Speicherbehälters **906** zur späteren Abholung steuern. Zudem kann die Maschine **208** zu einem anderen Standort zum Abholen eines leeren Speicherbehälters **906** oder eines neuen Pflanzenspeicherkarrens **904** gesteuert werden. Zusätzliche Speicherkarren **904** oder Behälter **906** können nach Bedarf abgeholt werden, bis der Erntevorgang abgeschlossen ist.

[0078] Für einen Sprühvorgang kann die Steuerung **214** die Maschine **208** zum Durchführen des Sprühvorgangs steuern. Falls das Wasser oder chemische Anwendungsmittel knapp wird, kann die Steuerung **214** dies über einen Fluidpegelsensor (nicht gezeigt) erkennen. Daraufhin kann die Steuerung **214** die Maschine **208** je nach Bedarf zum Auffüllen mit Wasser oder chemischen Anwendungsmitteln steuern. Dies kann sich wiederholen, bis der Sprühvorgang abgeschlossen ist. Die Maschine **208** kann außerdem verschiedene Sensoren zum Erkennen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung enthalten. Diese Sensoren können der Steuerung **214** Messdaten übermitteln, um es der Steuerung zu ermöglichen, Rahmenhöhe oder -breite, Geschwindigkeit oder das Sprühgerät anzupassen, um verschiedene Windkennzeichen auszugleichen. Infolgedessen kann während des Sprühvorgangs bessere Qualität erzielt werden.

[0079] Während oder nach einem Vorgang kann die Steuerung **214** während Block **1218** der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** Rückmeldungen oder Ergebnisse des Vorgangs übermitteln. Diese Ergebnisse können beispielsweise in der Form von Qualitätsergebnissen sein. Zudem kann die Rückmeldung einen Standort der Maschine bezüglich des Arbeitsbereichs enthalten, der in den Anweisungen zugewiesen ist. Dies ermöglicht es der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206**, das Fortschreiten des Vorgangs zu überwachen. Es kann der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** außerdem ermöglichen, potentielle Vorkommnisse an oder Probleme mit der Maschine **208**, dem Gerät **400** oder beidem zu diagnostizieren. Diese Vorkommnisse können Qualitätsprobleme mit dem Vorgang beinhalten. Falls die Maschine **208** nicht dazu imstande ist, eine gewünschte Geschwindigkeit zu erreichen, muss die Maschine **208** möglicherweise repariert werden. Andere Diagnosen können das Überwachen von Kraftstoffständen, Ölständen, Temperaturen und dergleichen der Maschine **208** beinhalten.

[0080] Zusätzlich zur Rückmeldung und den Ergebnissen, die im Block **1218** übermittelt werden, kann es außerdem möglich sein, dass zwei oder mehr der autonomen Roboterarbeitsmaschinen **208** im selben Feld arbeiten und denselben Vorgang ausführen. Ein Landwirt kann wünschen, zusätzliche Maschinen **208** zum Erhöhen der Produktivität und Effizienz zu nutzen. Infolgedessen kann die Steuerung **214** in Block

1218 mit der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **206** über den Fortschritt von anderen Maschinen im selben Arbeitsbereich kommunizieren. Dies kann den Standort von anderen Maschinen im selben Arbeitsbereich bezüglich der Steuerung **214** und jegliche Anpassungen enthalten, die an den ursprünglichen, in Block **1202** empfangenen Anweisungen vorgenommen werden. Andere Kommunikationen können durch die Steuerung **214** zum Durchführen des Vorgangs übertragen oder empfangen werden.

[0081] Sobald der Vorgang abgeschlossen ist, kann der Steuerprozess **1200** von Block **1218** zu Block **1220** weiterleiten. In Block **1220** kann die Steuerung **214** der Steuereinheit **202** oder Befehlszentrale **106** mitteilen, dass ein Vorgang abgeschlossen ist und jegliche weitere Anweisungen von dort anfordern. In einem Beispiel können die Anweisungen sein, das Gerät **400** zum Werkzeugspeicherbereich zurückzubringen. Für einen Feldbestellungsvorgang kann dies beinhalten, dass die Steuerung **214** die Maschine **208** vom Feld oder Arbeitsbereich zum Werkzeugspeicherbereich steuert und das Feldbestellungsgerät von der Andockbaugruppe **232** freigibt. Für einen Pflanzvorgang kann die Steuerung **214** die Maschine **208** zum Zurückbringen von jeglicher unbenutzter Saat aus ihrem Saatbehälter **802** steuern. Sobald die Saat zurückgebracht ist, kann das Pflanzgerät **800** zum Werkzeugspeicherbereich zurückgebracht und von der Andockbaugruppe **232** freigegeben werden.

[0082] Für einen Erntevorgang kann die Steuerung **214** das Zurückbringen des Speicherbehälters **906** zu seinem zugewiesenen Bereich steuern. Zudem kann der Pflanzenspeicherkarren **904** zu seinem zweckdienlichen Standort zurückgebracht werden, und das Erntegerät **900** mit dem Erntemodul **902** und dem Erntewerkzeug **914** können zum Werkzeugspeicherbereich zurückgebracht werden. Hier kann die Steuerung **214** die Freigabe des Erntegeräts **900** von der Andockbaugruppe **232** steuern.

[0083] Hinsichtlich eines Sprühvorgangs kann die Steuerung **214** den Sprühausleger **1004, 1106** aus seiner ausgeklappten Position in seine eingeklappte Position steuern. Wie bei den anderen Ausführungsformen kann der Rahmen **304** aus seiner Arbeitsposition in seine Transportposition gestellt werden, und das Sprühgerät **1000, 1100** kann zum Werkzeugspeicherbereich zurückgebracht werden. Jegliche Schläuche oder Installation des Sprühgeräts können zum späteren Gebrauch ausgespült und gereinigt werden. Die Steuerung **214** kann das Sprühgerät im Werkzeugspeicherbereich von der Andockbaugruppe **232** freigeben.

[0084] Sobald das Gerät **400** von der Maschine **208** freigegeben ist, ist die Steuerung **214** zum Empfang jeglicher weiterer Anweisungen von der Steuer-

einheit **202** oder Befehlszentrale **206** bereit. Anweisungen können Kraftstoffauffüllen, Laden jeglicher batteriebetriebenen Leistungseinheit der Maschine oder ansonsten allgemeines Warten davon beinhalten. Zudem können die Anweisungen das Durchführen eines weiteren landwirtschaftlichen Vorgangs beinhalten. In diesem Falle kann der Steuerprozess **1200** wiederholt werden.

[0085] Die vorliegende Offenbarung sieht daher eine autonome Roboterarbeitsmaschine vor, die dazu imstande ist, ohne einen Führerstand oder eine Betreiberstation mit einer Bedienungsperson an Bord jeglichen landwirtschaftlichen Vorgang auszuführen. Die Maschine enthält ihr eigenes, in sich abgeschlossenes Leistungs- und Steuersystem zum Kommunizieren mit Fernsteuereinheiten, und die Maschine kann betriebsfähig an jegliche Anzahl von Werkzeugen oder Geräten zum Ausführen von jeglichem landwirtschaftlichem Vorgang andocken oder ankuppeln. Die Maschine kann eine komplette Agrarroboterlösung sein, die zu Nährmittelaufbringung, Feldbestellung, Pflanzen, Sprühen, spätsaisonaler Anwendung, Unkrautbekämpfung, Ernten usw. imstande ist. Die Maschine kann außerdem eine Alternative zu traditionellen oder herkömmlichen Landwirtschaftswerkzeugen bieten, die auf verschiedenen globalen Weltmärkten benutzt werden, und die Maschine kann neuere Technologie zum Verbessern von Produktivität und Effizienz bei geringeren Kosten beinhalten. Selbständige Umgebungssensoren können zur Leistungsverbesserung benutzt werden, und Werkzeuge und Technologie, die derzeit genutzt werden, können durch die Lehren der vorliegenden Offenbarung noch wirksamer eingesetzt werden. Beispielsweise können Robotersteuerungen, drahtloser Datentransfer, Führung und elektrische Antriebe genutzt werden. Steuerungen der künftigen Generation, wie etwa Driftmodellierung, Kamerasichtfeldbestellungsqualität und dergleichen, können in der Maschine eingegliedert sein.

[0086] Kundenmobilgeräte, wie etwa Mobiltelefone, Smartphones, Smartwatches usw., können ebenfalls mit der Agrarroboterlösung genutzt werden, wie hierin beschrieben. Andere technologische Fortschritte können eingegliedert sein, wie etwa virtuelle Realität oder Sichtführung von Umweltumgebungen während eines bestimmten Vorgangs, und können einem Benutzer übermittelt werden.

[0087] Während obenstehend Ausführungsformen, die die Prinzipien der vorliegenden Offenbarung eingliedern, beschrieben wurden, so ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Stattdessen soll diese Anmeldung jegliche Variationen, Gebräuche oder Adaptionen der Offenbarung unter Anwendung ihrer allgemeinen Prinzipien abdecken. Ferner soll diese Anmeldung solche Abweichungen von der vorliegenden

Offenbarung abdecken, wie sie unter bekannte oder gebräuchliche Praxis auf dem Gebiet, zu dem diese Offenbarung gehört, fallen, und die unter die Begrenzungen der beiliegenden Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Autonome Robotermaschine zum Ausführen von einem oder mehreren landwirtschaftlichen Vorgängen, umfassend:

einen Rahmen mit einer Länge und einer anpassbaren Breite;

mehrere Bodeneingriffsmechanismen, die an den Rahmen gekuppelt sind, zum Antrieben der Maschine in einer Laufrichtung;

eine Steuerung zum autonomen Steuern der Maschine;

eine Leistungseinheit mit einem Leistungserzeugungsgerät und einem Generator, wobei das Leistungserzeugungsgerät zum Erzeugen von mechanischer Leistung am Rahmen angebracht ist und der Generator zum Aufnehmen von zumindest einem Teil der mechanischen Leistung und Erzeugen von elektrischer Leistung an das Leistungserzeugungsgerät gekoppelt ist; und

eine Andockbaugruppe, die an den Rahmen gekuppelt ist, wobei die Andockbaugruppe zumindest eine Kupplung enthält, die zum Ankuppeln an jegliches von mehreren landwirtschaftlichen Geräten konfiguriert ist;

wobei die Andockbaugruppe an die Leistungseinheit gekoppelt ist und zum elektrischen Antreiben von jeglichem der mehreren landwirtschaftlichen Geräte konfiguriert ist, wenn es an die Andockbaugruppe gekuppelt ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, ferner umfassend: einen Positionssensor, der an den Rahmen gekuppelt und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Positionssensor eine Breite des Rahmens erkennt; und

ein Stellglied, das elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt ist;

wobei die Steuerung das Stellglied zum Anpassen der Breite als Reaktion auf eine Breite eines Geräts betriebsfähig steuert, das aus den mehreren landwirtschaftlichen Geräten zum Ankuppeln an die Andockbaugruppe ausgewählt ist.

3. Maschine nach Anspruch 1, ferner umfassend: einen Positionssensor, der an den Rahmen gekuppelt und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Positionssensor eine Höhe des Rahmens erkennt; und

ein Stellglied, das elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt ist;

wobei die Steuerung das Stellglied zum Anpassen der Höhe des Rahmens zwischen einer abgesenkten Position und einer angehobenen Position betriebsfähig steuert.

4. Maschine nach Anspruch 1, wobei das Leistungserzeugungsgerät eine Dieselelektrroder Naturgaselektrocheinheit umfasst.

5. Maschine nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Motor, der elektrisch an den Generator gekoppelt ist, wobei der Motor elektrische Leistung zum Antrieben von zumindest einem der mehreren Bodeneingriffsmechanismen vom Generator aufnimmt.

6. Maschine nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Sensor, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Sensor dazu konfiguriert ist, der Steuerung visuelle Rückmeldung von einem Bereich um den oder unter dem Rahmen zuzuführen.

7. Maschine nach Anspruch 1, ferner umfassend: einen GPS-Sensor, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, und einen Geschwindigkeitssensor, der in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist; wobei der GPS-Sensor dazu konfiguriert ist, einen Standort der Maschine zuzuführen, und der Geschwindigkeitssensor dazu konfiguriert ist, der Steuerung eine Geschwindigkeit von zumindest einem der mehreren Bodeneingriffsmechanismen zuzuführen.

8. Maschine nach Anspruch 1, wobei ein Geräteaufnahmebereich zumindest teilweise unterhalb des Rahmens definiert ist, wobei der Geräteaufnahmebereich zum Aufnehmen von einem der mehreren landwirtschaftlichen Geräte konfiguriert ist, wenn es an die Andockbaugruppe gekuppelt ist.

9. Maschine nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Kupplung der Andockbaugruppe einen Geräteandocksperrmechanismus und einen elektrischen oder hydraulischen Verbindungsmechanismus umfasst.

10. Maschine nach Anspruch 1, wobei die Andockbaugruppe betriebsfähig an jegliches eines Pflanzgeräts, eines Feldbestellungsgeräts, eines Erntegeräts und eines Sprühgeräts koppelbar ist.

11. Landwirtschaftliches System zum Ausführen eines landwirtschaftlichen Vorgangs, umfassend: eine autonome Robotermaschine, enthaltend einen Rahmen, mehrere Bodeneingriffsmechanismen, die an den Rahmen gekuppelt sind, eine Steuerung, ein Leistungserzeugungsgerät, das am Rahmen angebracht ist, zum Erzeugen von mechanischer Leistung, einen Generator, der an das Leistungserzeugungsgerät gekoppelt ist, und eine Andockbaugruppe, die an den Rahmen gekuppelt ist, wobei die Andockbaugruppe eine Leistungseinheit und zumindest eine Kupplung enthält; eine Steuereinheit, die sich fern von der Maschine befindet, wobei die Steuereinheit mit der Steuerung zum

Übermitteln einer Anweisung dorthin in elektrischer Verbindung steht; eine Andockstation zum Ankuppeln an die Andockbaugruppe, wobei die Andockstation zum Speichern von einem oder mehreren von Kraftstoff, Wasser und elektrischer Leistung konfiguriert ist; und mehrere Sensoren, die an der Maschine angeordnet sind, wobei jeder der mehreren Sensoren elektrisch an die Steuerung gekoppelt ist; wobei die Steuerung die Anweisung von der Steuereinheit empfängt und die Steuerung die Maschine auf Grundlage der Anweisung zum Ausführen eines landwirtschaftlichen Vorgangs betriebsfähig steuert.

12. System nach Anspruch 11, ferner umfassend: einen Positionssensor, der an den Rahmen gekoppelt ist und in elektrischer Verbindung mit der Steuerung angeordnet ist, wobei der Positionssensor eine Höhe oder Breite des Rahmens erkennt; und ein Stellglied, das elektrisch an den Generator und die Steuerung gekoppelt ist; wobei die Steuerung das Stellglied zum Anpassen der Höhe oder Breite des Rahmens als Reaktion auf eine Breite eines Geräts, das aus mehreren landwirtschaftlichen Geräten zum Ankuppeln an die Andockbaugruppe und Ausführen des landwirtschaftlichen Vorgangs ausgewählt ist, betriebsfähig steuert.

13. System nach Anspruch 11, wobei die Steuereinheit eine Speichereinheit zum Speichern einer Karte eines Arbeitsbereichs, einer Auflistung von landwirtschaftlichen Vorgängen und von Betriebsanweisungen enthält; wobei ferner die Steuereinheit der Steuerung einen Befehl zum autonomen Ankuppeln der Andockstation an eines der mehreren landwirtschaftlichen Geräte, Bewegen zu einem Standort im Arbeitsbereich und Ausführen von Betriebsanweisungen zum Ausführen des landwirtschaftlichen Vorgangs übermittelt.

14. System nach Anspruch 13, wobei die mehreren landwirtschaftlichen Geräte ein Feldbestellungsgerät, ein Pflanzgerät, ein Erntegerät oder ein Sprühgerät umfassen.

15. System nach Anspruch 13, wobei zumindest einer der mehreren Sensoren einen Positionierungssensor zum Erkennen, wenn das landwirtschaftliche Gerät an die Andockbaugruppe angekuppelt ist, umfasst, wobei der Positionierungssensor mit der Steuerung kommuniziert, wenn die Andockbaugruppe an das landwirtschaftliche Gerät angekuppelt ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

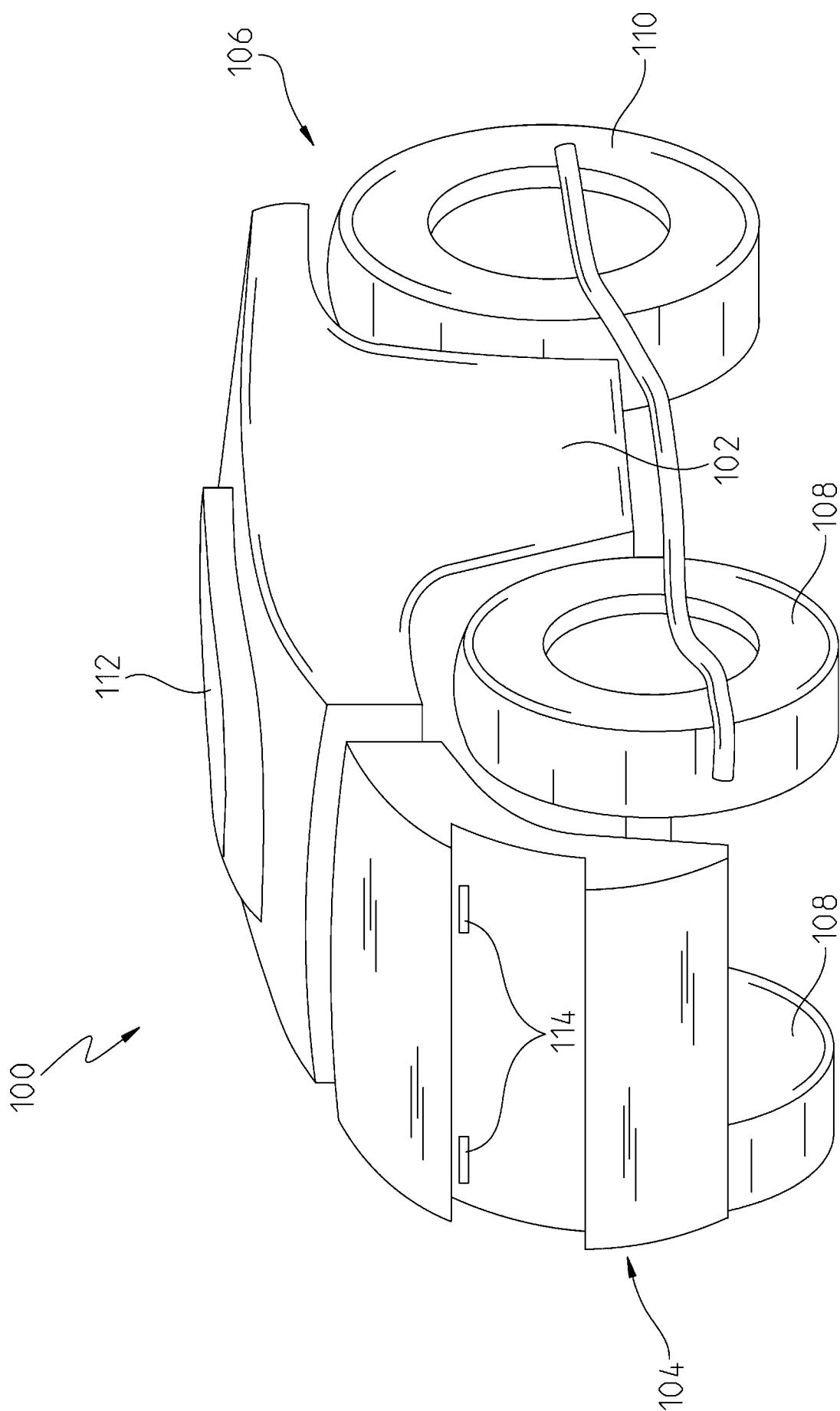


Fig. 1

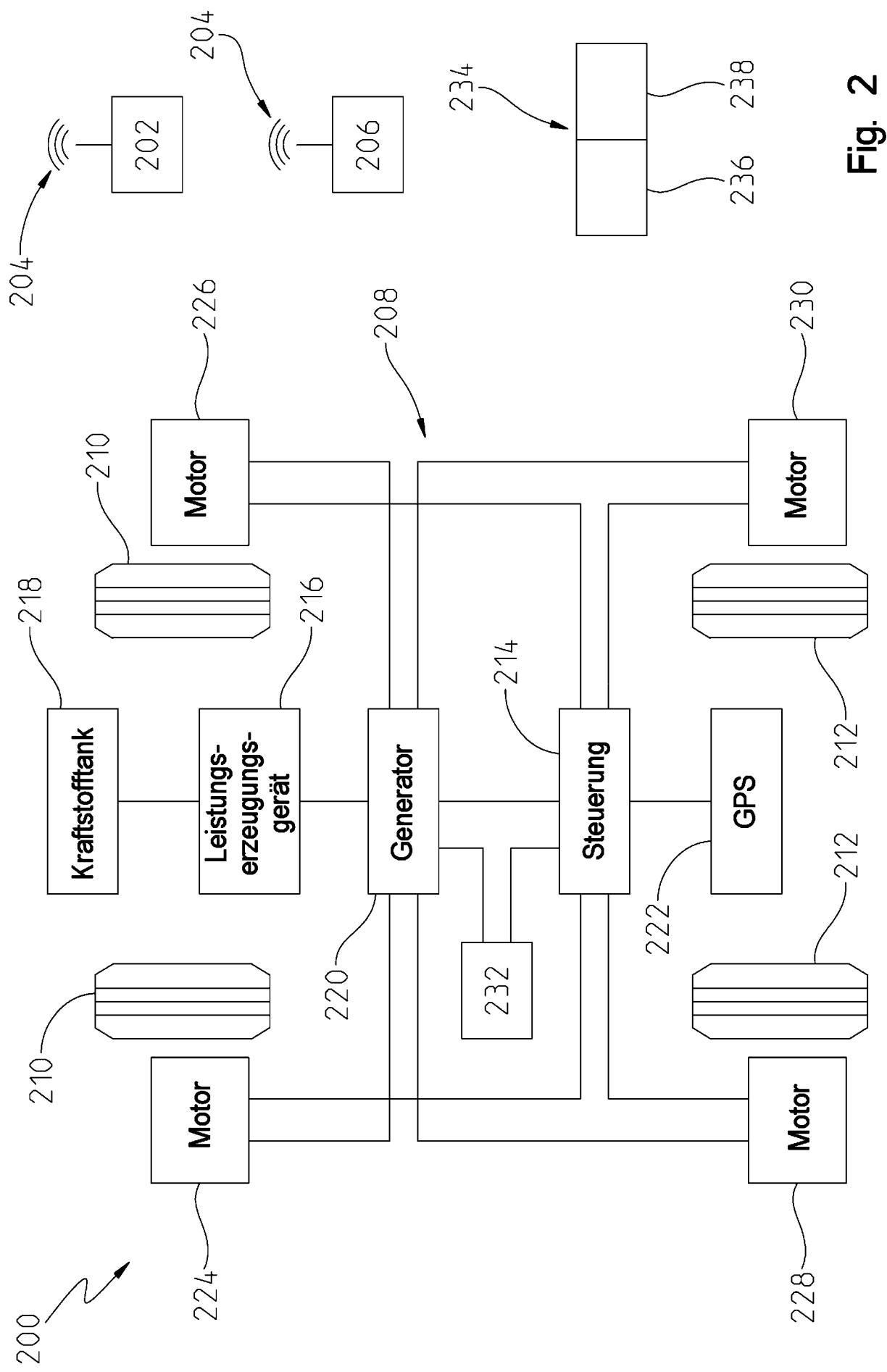
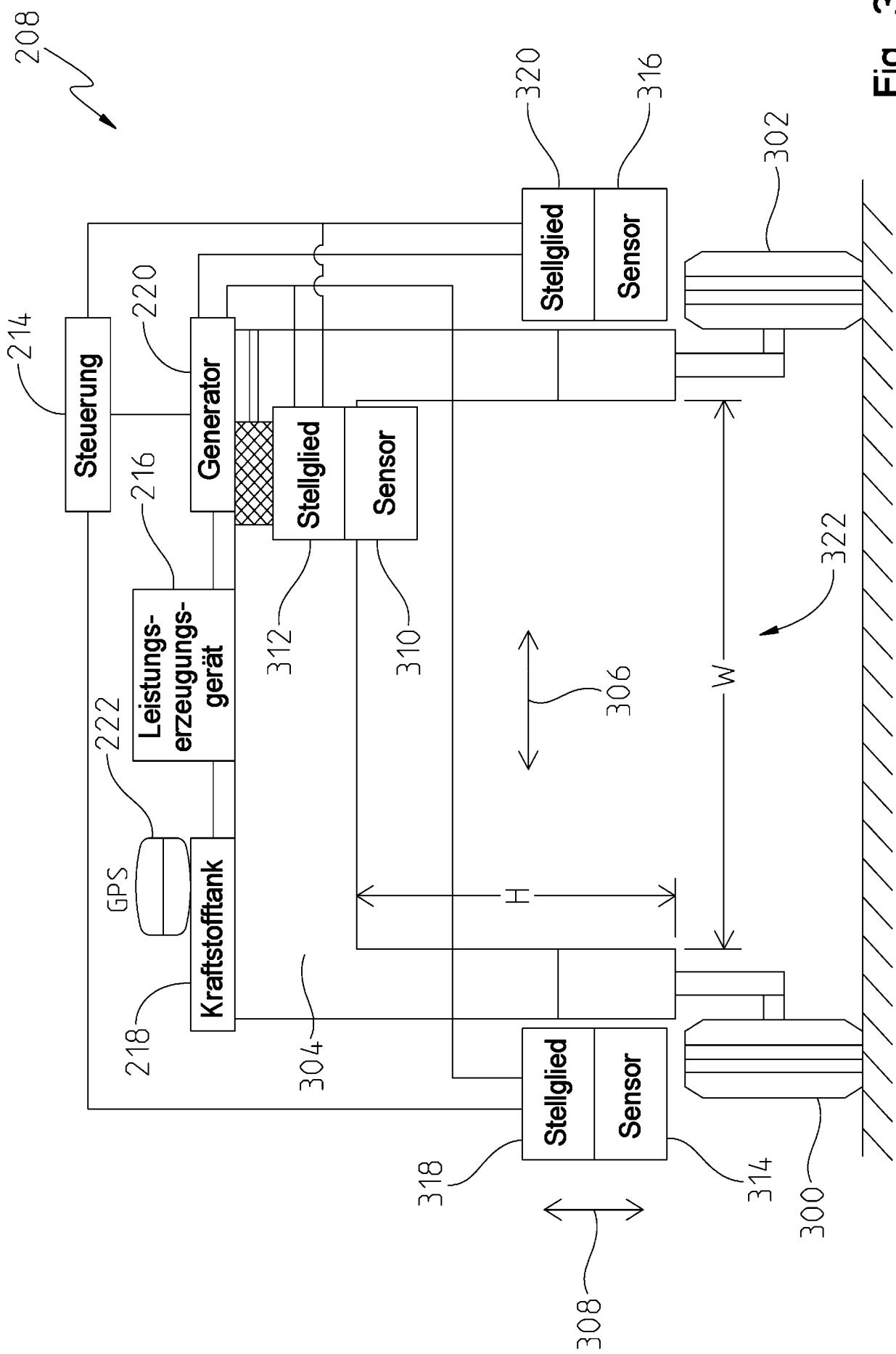


Fig. 2



3
Fig.

Fig. 4

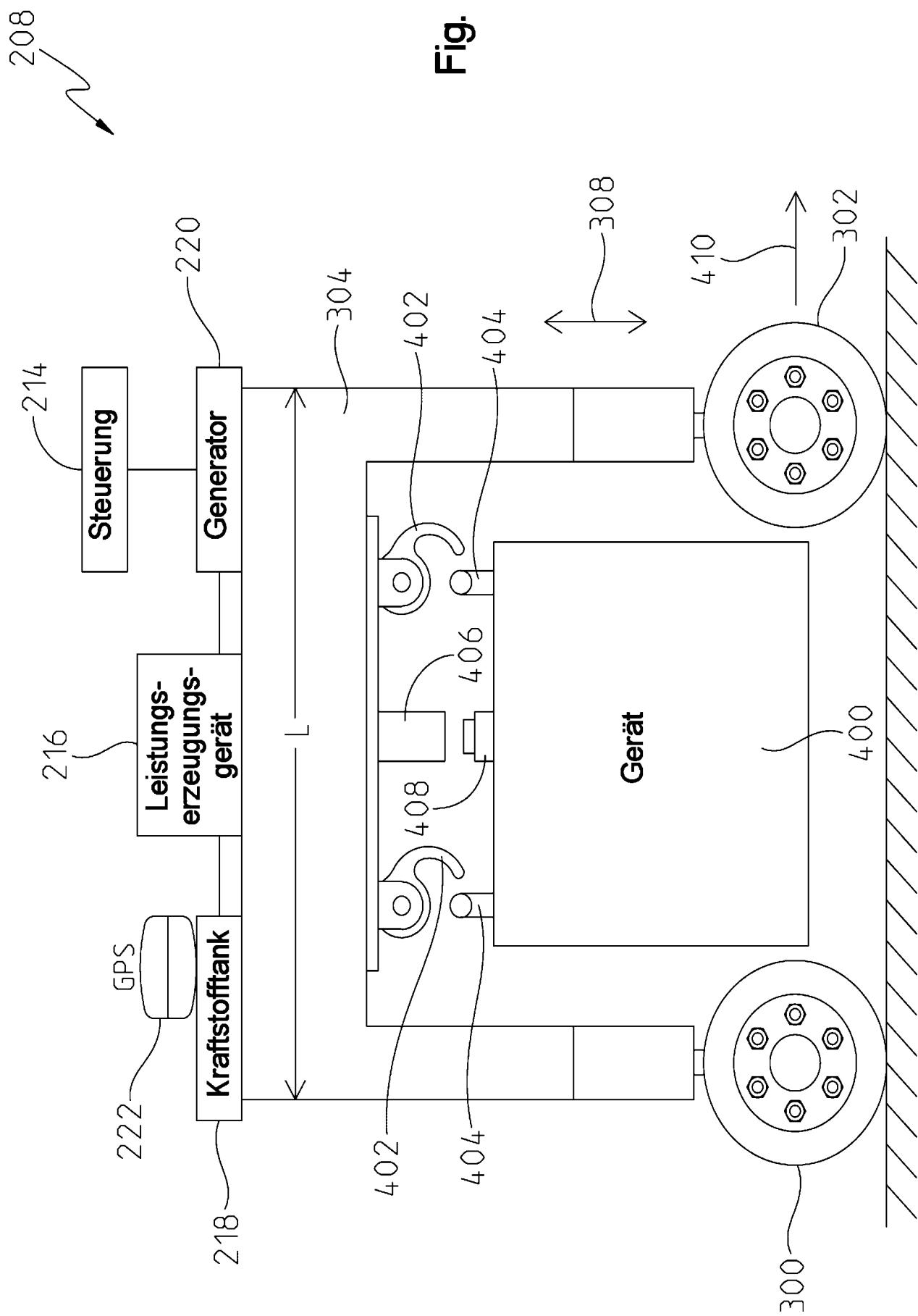
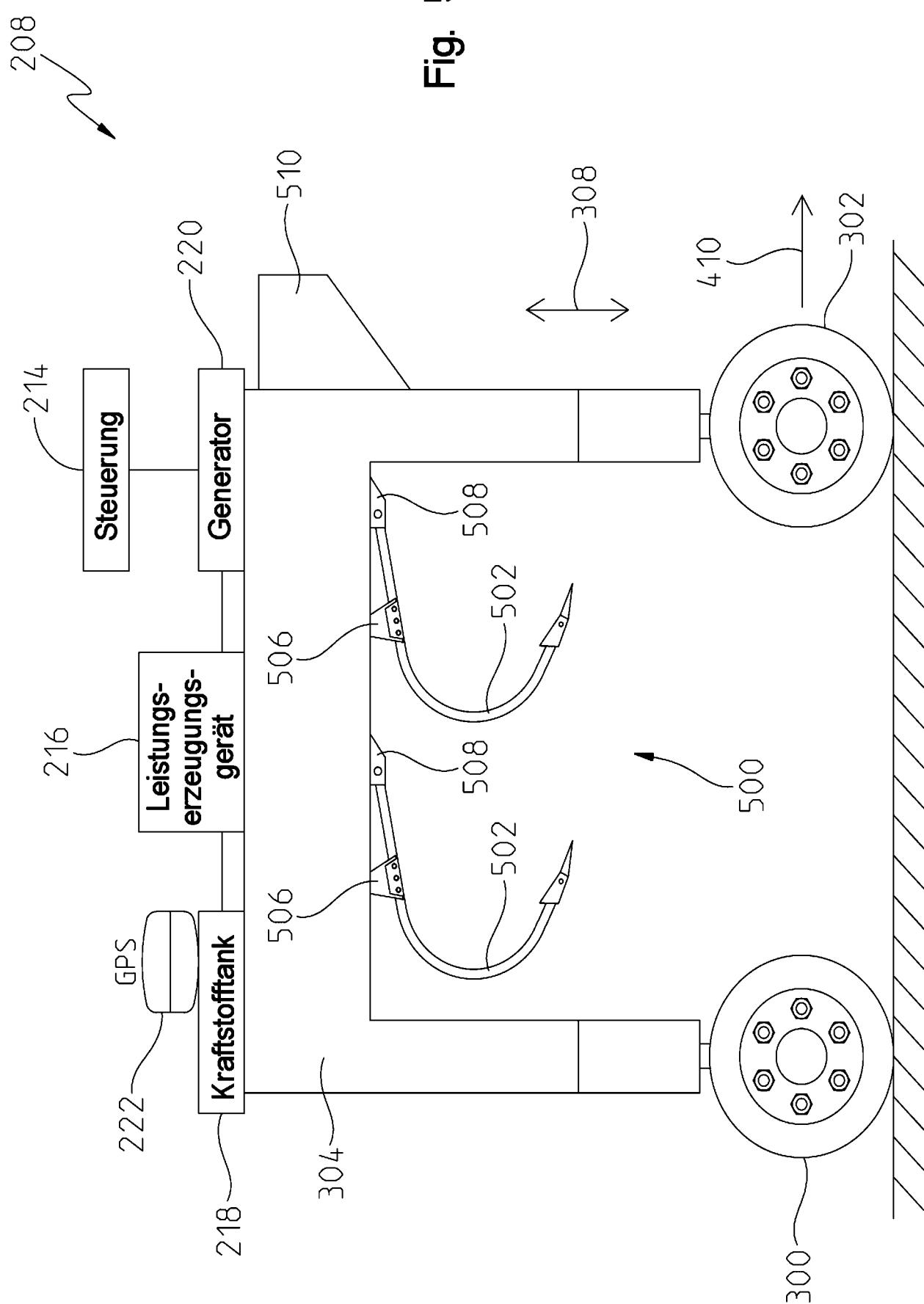


Fig. 5



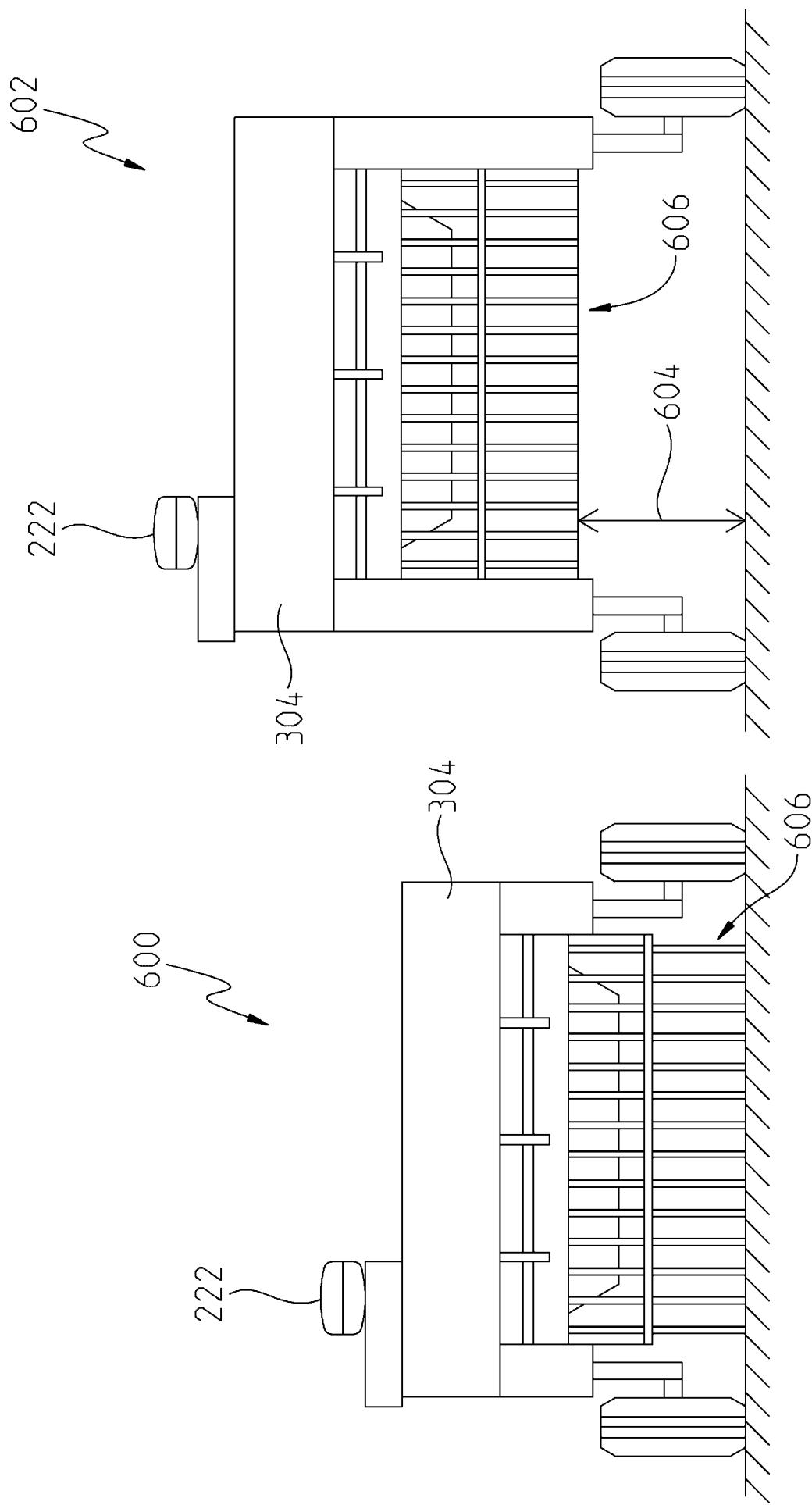


Fig. 6A

Fig. 6B

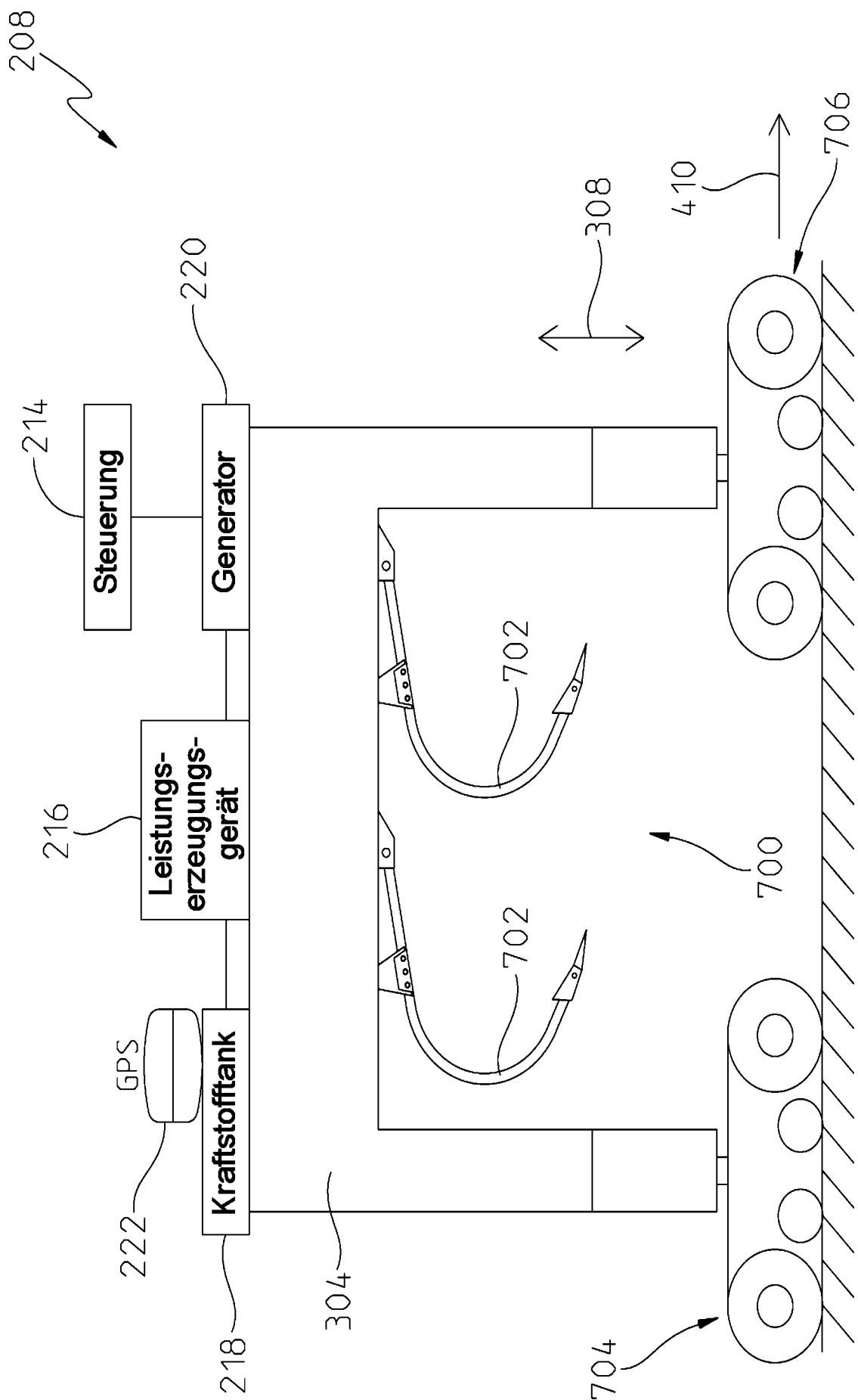
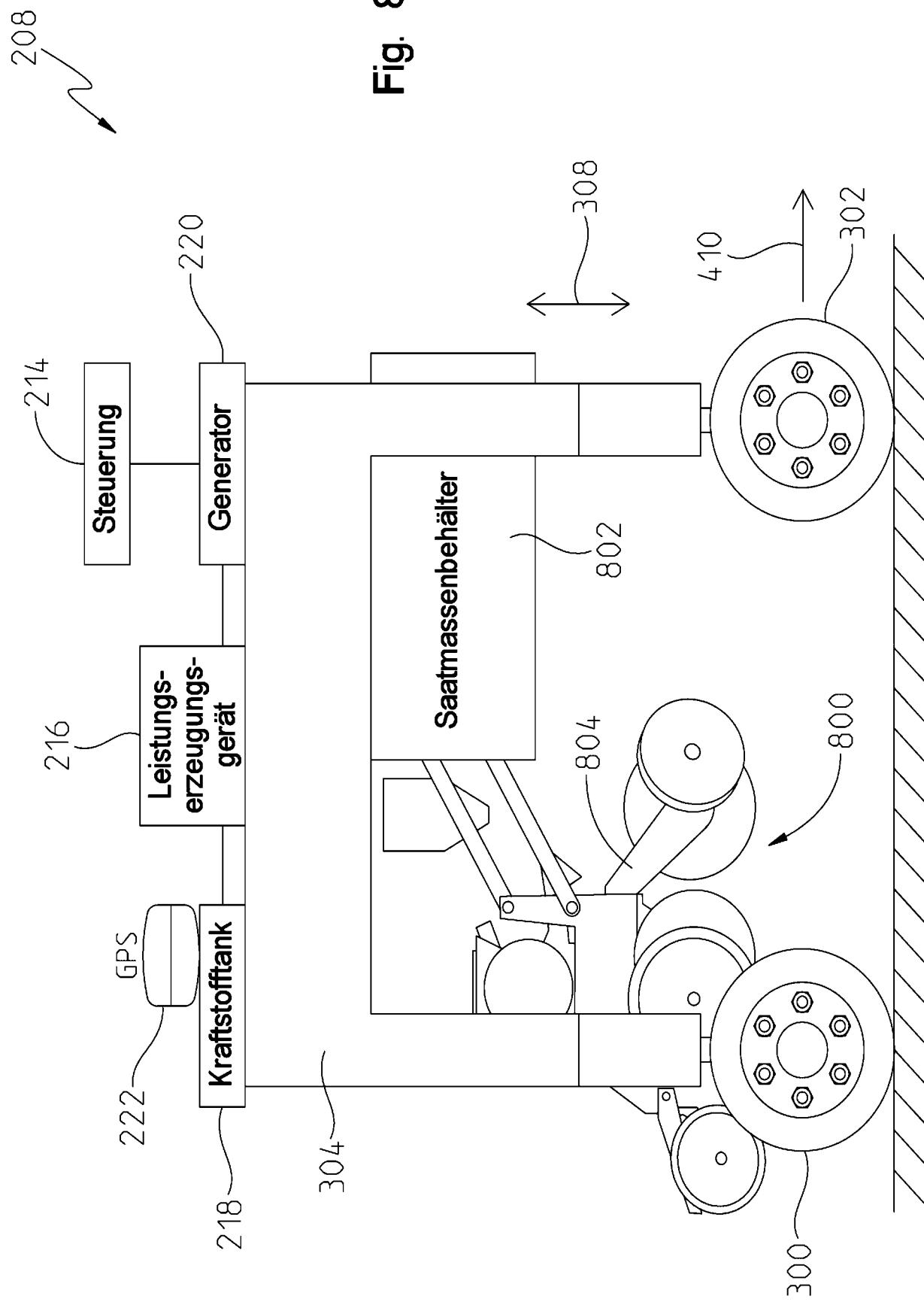


Fig. 7

Fig. 8



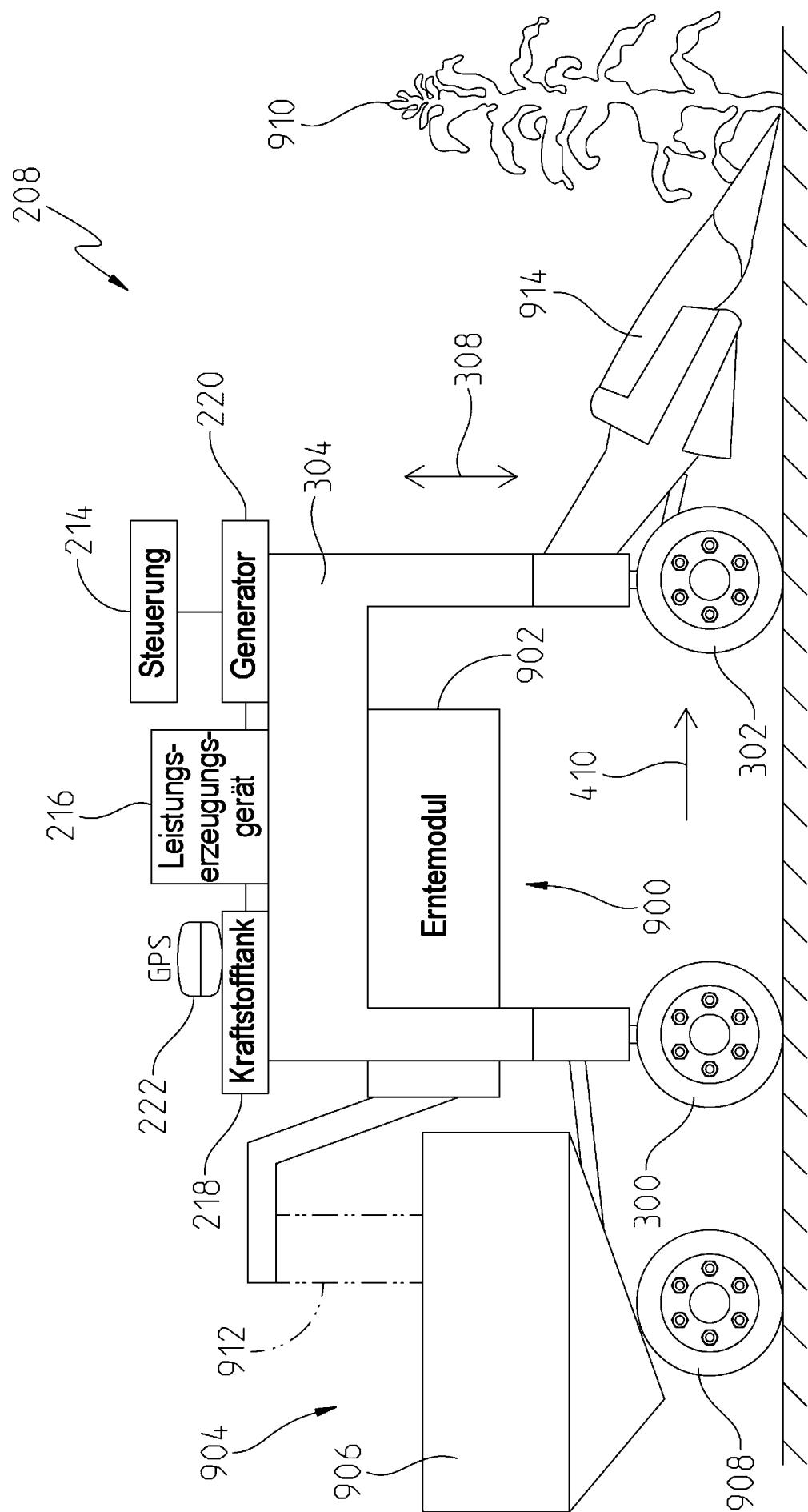
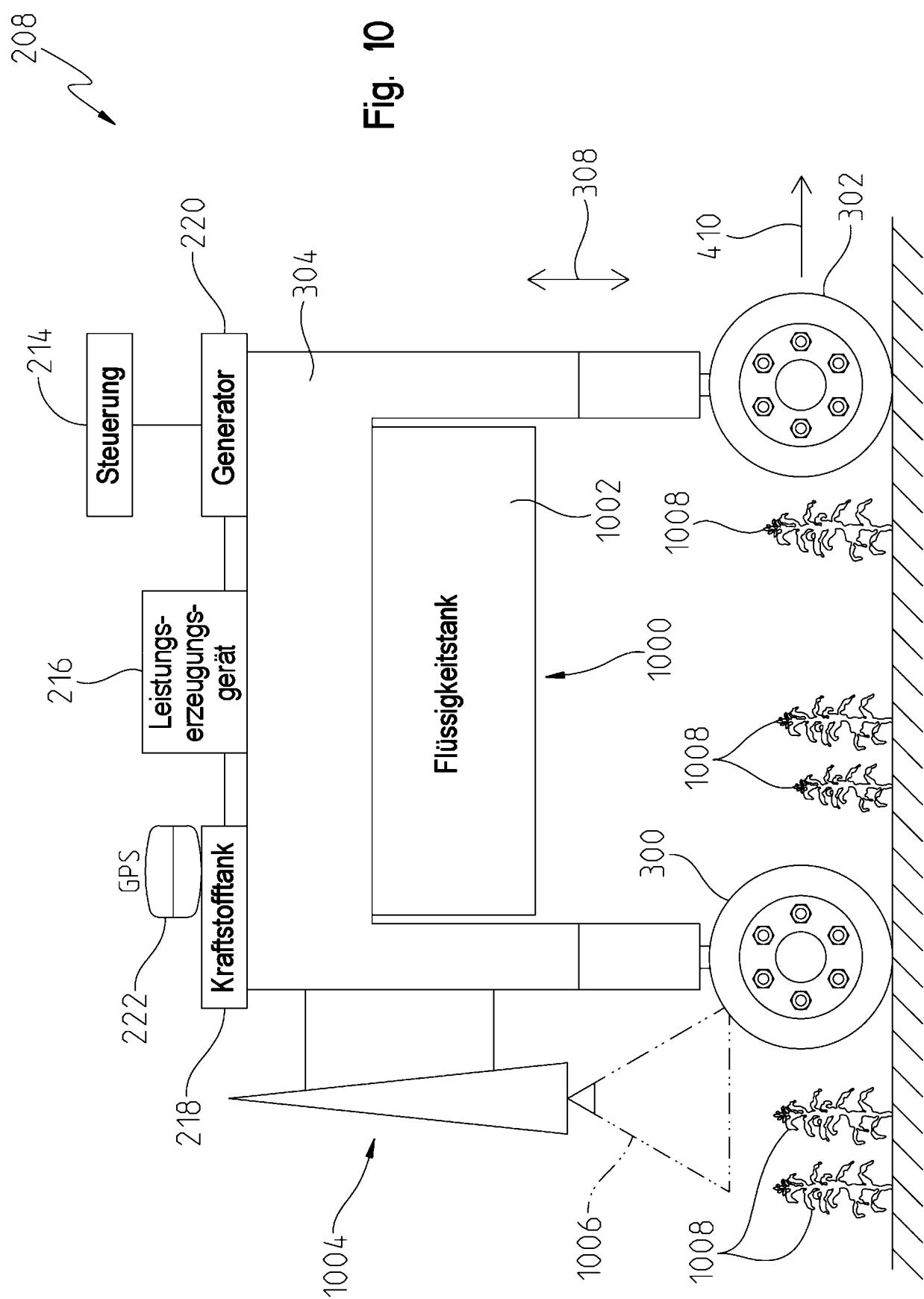


Fig. 9



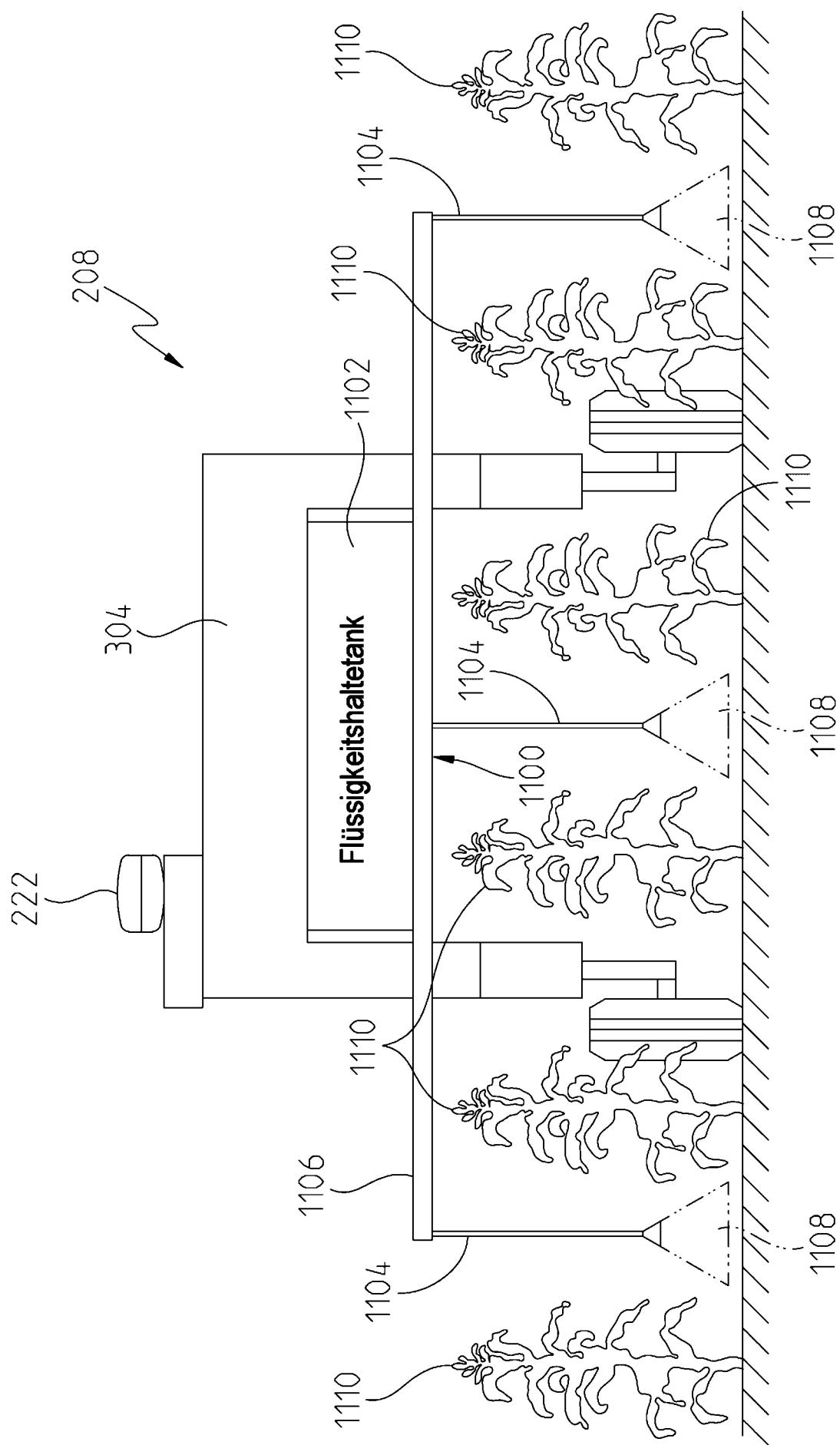


Fig. 11

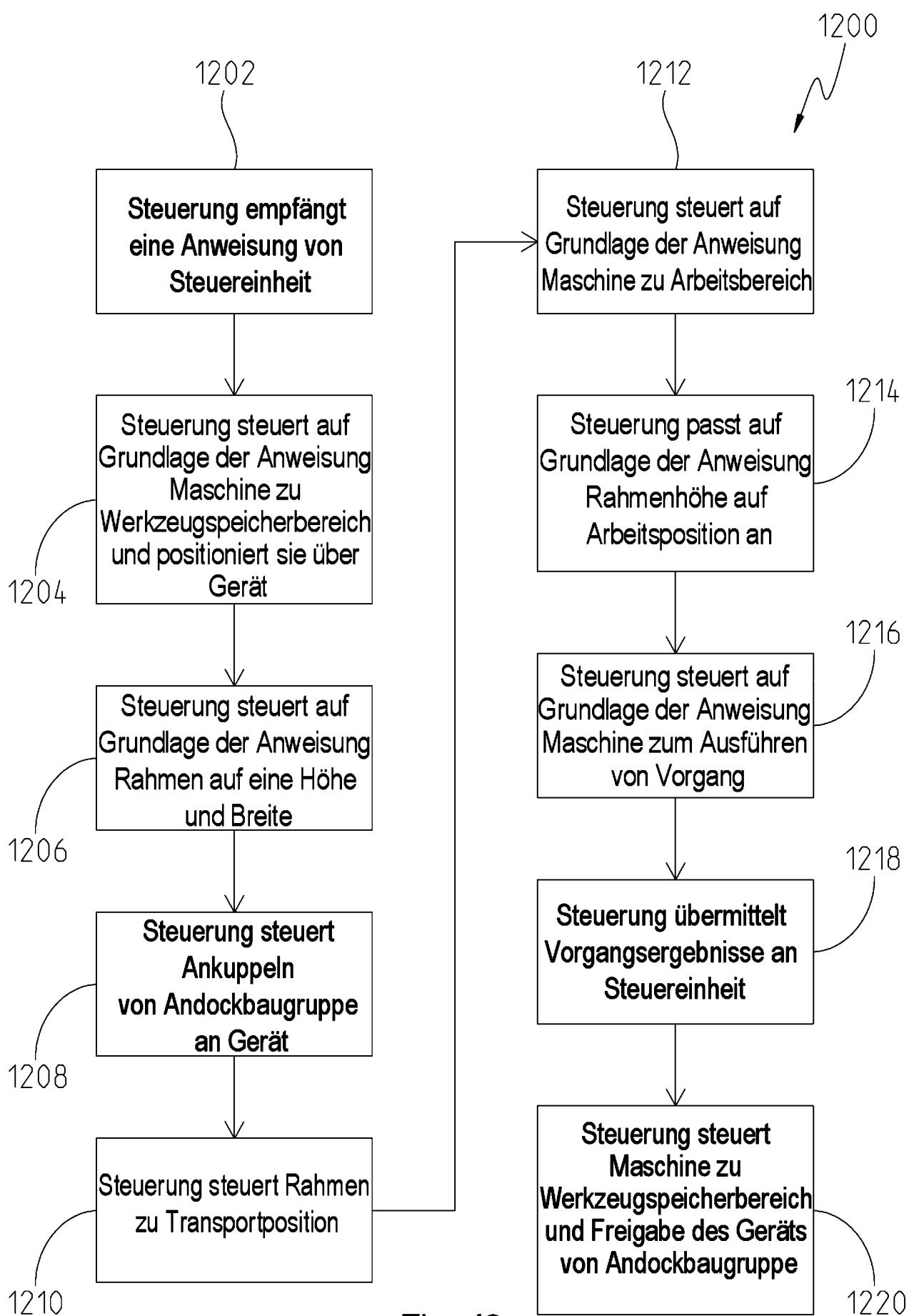


Fig. 12