



(10) **DE 10 2020 104 049 A1** 2021.08.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 104 049.0**

(22) Anmeldetag: **17.02.2020**

(43) Offenlegungstag: **19.08.2021**

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

**G01C 11/02 (2006.01)**

**G01B 11/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**LASCO Heutechnik GmbH, Lochen, AT**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

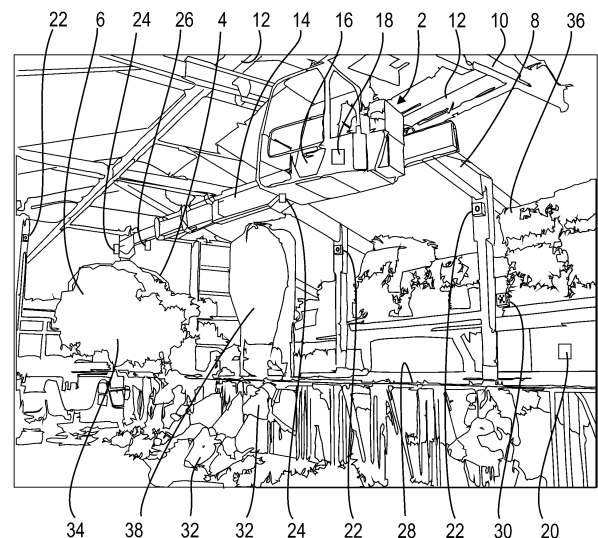
(74) Vertreter:  
**Heyerhoff Geiger & Partner Patentanwälte  
PartGmbH, 88662 Überlingen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Steuern einer landwirtschaftlichen Maschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Steuern einer landwirtschaftlichen Maschine (2) mit einem Greifer (4) zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut (6), bei dem mehrere optische Sensoren (22, 24) eine Umgebung des Greifers (4) aus verschiedenen Richtungen aufnehmen und ein Steuersystem den Greifer (4) in seiner Position steuert.

Um eine sichere Steuerung des Greifers (4) zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass das Steuersystem erfindungsgemäß anhand von Daten der Sensoren (22, 24) eine Topografie (28) der Umgebung des Greifers (4) fotogrammetrisch ermittelt und den Greifer (4) anhand der ermittelten Topografie (28) steuert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer landwirtschaftlichen Maschine, die einen Greifer zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut aufweist, bei dem mehrere optische Sensoren eine Umgebung des Greifers aus verschiedenen Richtungen aufnehmen und ein Steuersystem den Greifer in seiner Position steuert.

**[0002]** Die Automatisierung in der Landwirtschaft zielt darauf ab, einzelne Aufgaben der landwirtschaftlichen Prozesskette von Maschinen durchführen zu lassen. Dafür benötigt man Messsysteme zum Überwachen der Umgebung und zur Erkennung und Lokalisierung von Objekten. Üblich sind Laserscanner, die den Abstand zu Objekten in einer Scanebene mittels Time-of-Flight-Verfahren ermitteln. Durch Veränderung der Scannerposition kann damit ebenfalls eine 3D-Information erhalten werden.

**[0003]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Steuern einer landwirtschaftlichen Maschine anzugeben, mit dem die Maschine besonders sicher geführt werden kann.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Steuersystem erfindungsgemäß anhand von Daten der Sensoren eine Topografie der Umgebung des Greifers fotogrammetrisch ermittelt und den Greifer anhand der ermittelten Topografie steuert.

**[0005]** Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass das Abscannen von Objekten mittels Laser einer hohen Genauigkeit bedarf, um ein Objekt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erkennen. Zudem dauert das Abscannen verhältnismäßig lange und kann daher bei schnellen Prozessen zu einem Sicherheitsproblem werden.

**[0006]** Durch die Erfindung kann das Steuersystem zügig eine Topografie der Umgebung erstellen, also ein Modell der Oberfläche der Umgebung um den Greifer, vorzugsweise um die landwirtschaftliche Maschine. Die Bewegung des Greifers kann nun an die Topografie angepasst werden, sodass ein Anstoßen des Greifers - auch bei einer veränderlichen Topografie - zuverlässig vermieden werden kann. Der Greifer kann mit sicherem Abstand zur Topografie, also zu Gegenständen im Arbeitsbereich des Greifers, gehalten werden, sodass ein sicheres Arbeiten des Greifers erreicht werden kann. Bei bekannten Teilen der Topografie besteht außerdem die Möglichkeit, dass sich das Steuersystem im Raum orientieren kann.

**[0007]** Die Fotogrammetrie ist ein bekanntes Verfahren zur Erstellung von digitalen Modellen von Gegenständen, wie Gebäuden, Geländetopografien usw., insbesondere von 3D-Modellen. Hierfür wird

ein Objekt oder eine Umgebung mit einer Mehrzahl von Einzelbildern aus verschiedenen Perspektiven aufgenommen. Nun kann mithilfe der Fotogrammetrie mit bekannten mathematischen Algorithmen aus der Mehrzahl von Einzelbildern die Geometrie des Objekts oder einer Geländeoberfläche berechnet werden. Ein weiterer Vorteil gegenüber einem hochgenauen Laserscanning oder einem interferometrischen Verfahren besteht darin, dass die fotografische Information der Farbgebung und Kontur usw. als Information erhalten bleibt und das digitale 3D-Modell auch zur fotorealistischen Visualisierung geeignet ist.

**[0008]** Neben der Visualisierung kann die Fotogrammetrie aber auch zur Vermessung eingesetzt werden, d. h. die erzeugten Modelle können bemaßt werden. Hierzu kann die klassische Vermessungstechnik, beispielsweise via Tachymeter, herangezogen werden. Mittels optischer Verfahren kann ausgehend von genau festgelegten Fixpunkten die genaue Position von Objekten, beispielsweise einem Gebäude, einer Mauer, einer Grenze oder einer Brücke, bestimmt werden. Dabei wird ein Koordinatensystem festgelegt, zum Beispiel mittels drei Punkten am Boden. So kann auch die Länge, Breite oder Höhe des Objekts sehr genau bestimmt werden.

**[0009]** Theoretisch lassen sich auch einzelne Details des aufgenommenen Gegenstands, wie die Position und Dimensionierung von Balken oder Gattern in einem Stall, mittels klassischer Vermessungstechnik vermessen. Solche Punkte können dann als ortsgenaue Fixpunkte in der Fotogrammetrie verwendet werden. Doch praktisch kommt die Vermessung von vielen Punkten durch einen enormen Zeitaufwand schnell an eine Grenze.

**[0010]** Deutlich weniger zeitaufwändig ist eine ortsgenaue Berechnung von Details eines Gegenstands oder einer Oberfläche mithilfe der Fotogrammetrie. Die Bemessung der Details kann aus Kameradaten ermittelt werden aus der Lage der Details in den einzelnen Bildern. Zusätzlich können extern georeferenzierte Kontrollpunkte, sogenannte Ground Control Points - oder analog dazu relativreferenzierte Kontrollpunkte, beispielsweise Punkte in oder bei einem Gebäude, deren Abstände zueinander bekannt sind, verwendet werden. Wird ein solcher Kontrollpunkt in einem Bild aufgenommen, so kann aus den Bilddaten durch eine Kalibrierung über kurze Längen, also einige oder wenige Pixel, eine Mikrokalibrierung vorgenommen werden, die sehr genau ist. Mit einer hochauflösenden Kamera kann so bei kleinen Aufnahmeabständen eine sehr genaue Ortsbestimmung über kleinere Strecken erreicht werden. Solche Kontrollpunkte sind zweckmäßigerweise optisch so ausgeführt, dass sie eindeutig als solche in einem Bild erkannt werden, sodass zur Vermessung der Topografie auf sie Bezug genommen werden kann.

**[0011]** Als Topografie kann eine Oberfläche der im Arbeitsbereich der landwirtschaftlichen Maschine befindlichen Gegenstände gesehen werden, insbesondere inklusive von Teilen eines Gebäudes selbst, beispielsweise eines Scheunenfußbodens. Die Topografie kann alle Oberflächen im Arbeitsbereich der landwirtschaftlichen Maschine einbeziehen, die von den Sensoren aus sichtbar sind, zweckmäßigerweise auch solche, die außerhalb des Arbeitsbereichs der landwirtschaftlichen Maschine liegen.

**[0012]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bildet der Greifer einen Teil der Topografie, und die Position des Greifers in der Topografie wird ermittelt. Hierzu sollte der Greifer in zur Fotogrammetrie verwendeten Bildern abgebildet sein, sodass er mittels fotogrammetrischer Methoden in die Topografie eingefügt werden kann. Auf diese Weise kann er in eine bemaßte Umgebung aufgenommen werden, sodass seine Position in der Topografie bestimmbar ist. Durch laufende Aktualisierungen der Aufnahmen kann er während seiner Arbeit laufend überwacht werden, sodass eine sichere Tätigkeit des Greifers gewährleistet werden kann.

**[0013]** Weiter ist es vorteilhaft, wenn sich das Steuersystem anhand der erkannten Topografie in einem festgelegten Raum orientiert. Auf diese Weise kann ein Ist-Standort des Greifers relativ zu anderen Gegenständen und insbesondere relativ im Raum erkannt werden, sodass eine Sicherheit einer Bewegung des Greifers erhöht werden kann.

**[0014]** Die landwirtschaftliche Maschine kann ein Bagger, ein Kran, oder eine Basis mit einem Greifwerkzeug sein, wobei die Basis zweckmäßigerweise ein Fahrzeug ist. Vorteilhafterweise ist die Maschine ein Kran, beispielsweise ein Heukran, insbesondere in und/oder an einem Gebäude. Der Kran kann ein an einer Schiene laufender und autonom arbeitender Kran sein.

**[0015]** Um Fotogrammetrie betreiben zu können, ist es vorteilhaft, wenn mehrere optische Sensoren zumindest einen Teil des Arbeitsbereichs der Maschine mit ihrem Gesichtsfeld überdecken. Zweckmäßigerweise sind insofern die optischen Sensoren in einem Raum eines Gebäudes so verteilt, sodass ihre Bildflächen einander zumindest teilweise überlappen. Wird ein Teilbereich von zumindest drei Sensoren eingesehen, so kann die Topografie in diesem Teilbereich zuverlässig fotogrammetrisch bestimmt werden. Es ist insofern vorteilhaft, wenn mehrere Sensoren in Form von Kameras um den Arbeitsbereich der Maschine angeordnet sind.

**[0016]** Je nach Gegenständen innerhalb des Arbeitsbereichs der Maschine kann es sein, dass ein Teilbereich des Arbeitsbereichs durch einen Gegenstand abgeschattet ist. Um auch in diesem Teilbe-

reich eine Topografie erstellen zu können, beispielsweise hinter einem Scheunenpfosten, ist es vorteilhaft, wenn zumindest ein Sensor über den Arbeitsbereich bewegbar ist. Das kann erreicht werden, wenn zumindest einer der optischen Sensoren am Kran befestigt ist.

**[0017]** Noch vorteilhafter ist es, wenn zwei Sensoren innerhalb des Arbeitsbereichs bewegbar sind. Das kann erreicht werden, wenn ein weiterer optischer Sensor am Greifer befestigt ist. Doch auch ohne einen Sensor an einem anderen Teil des Krans ist ein Sensor am Greifer besonders beweglich und damit einfach an viele Stellen des Arbeitsbereichs führbar zur Aufnahme von Bilddaten.

**[0018]** Bei der Vermessung der Topografie kann es bei Vorhandensein von Kontrollpunkten vorkommen, dass diese ungünstig stehen oder nicht immer optisch so aussehen, dass sie zweifelsfrei erkannt werden oder bei gleichartigen Kontrollpunkten zuverlässig nicht verwechselt werden. Da ein Bild eines Sensors nur einen Teilbereich des Arbeitsbereichs erfasst, ist zudem eine Längenkalisierung über mehrere Bilder hinweg schwierig. Beispielsweise bei Objekten mit vielen gleichen Strukturen, wie beispielsweise bei einer großen Mauer mit immer gleichen Steinen oder einem großen Gebäude mit vielen gleichen Fenstern, kann es zu Problemen kommen, da der fotogrammetrische Algorithmus bei sehr ähnlichen einzelnen Details nicht mehr leicht erkennen kann, zu welchem Teil des Objekts das jeweilige Detail beziehungsweise Bild zuzuordnen ist.

**[0019]** Abhilfe bei diesen Problemen können sogenannte Bildmarken schaffen, die auf dem Objekt verteilt werden. Diese Bildmarken sind dann in den Bildern enthalten und enthalten jeweils ein individuelles Muster, sodass jede Bildmarke individuell und eindeutig erkannt werden kann. Die Bildmarken können vom Algorithmus leicht erkannt werden, sodass die Zuordnung der Bilder zueinander und zum aufgenommenen Objekt erleichtert wird.

**[0020]** Es ist insofern vorteilhaft, wenn mehrere in der Umgebung, also zweckmäßigerweise in und/oder um den Arbeitsbereich der Maschine, platzierte Bildmarken mit jeweils einer individuellen Kennzeichnung mit aufgenommen werden. Die Bildmarken sollten so platziert sein, dass jede von ihnen im Bildbereich, also Gesichtsfeld von zumindest zwei Sensoren steht.

**[0021]** Die Positionen der Bildmarken sollten in einem Koordinatensystem bekannt sein. Dies kann ein georeferenziertes oder lokales Koordinatensystem sein. Für eine Mikrokalibrierung können die Bildmarken in ihrer Größe mittels klassischer Vermessungstechnik vermessen werden. Für eine Makroka-

librierung sollten die Abstände von Bildmarken zueinander bekannt sein.

**[0022]** Zweckmäßigerweise wird bei den Aufnahmen der Umgebung aus mehreren verschiedenen Richtungen zumindest eine der Bildmarken von mehreren Seiten aufgenommen. Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Bildmarken jeweils eine individuelle Kennung tragen, die von mehreren Richtungen eindeutig erkennbar ist. Beispielsweise sind mehrere Seiten einer Bildmarke jeweils mit der Kennung versehen.

**[0023]** Um die aktuelle Position des Greifers stets schnell bestimmen zu können, ist es vorteilhaft, wenn eine Bildmarke am Greifer angeordnet ist.

**[0024]** Die Gegenstandserkennung kann verbessert werden, wenn zur Erkennung des Gegenstands eine ermittelte Gegenstandstopografie mit herangezogen wird. Aus der Topografie, die einen nach oben weisenden Anteil der Gegenstandsoberfläche mit beinhaltet, kann auf den Gegenstand an sich geschlossen werden, zumindest jedoch kann sie als zusätzliches Merkmal zur Gegenstandserkennung verwendet werden.

**[0025]** Zweckmäßigerweise wird der erkannte Gegenstand in eine Gegenstandsklasse eingeordnet. Hierfür kann eine Gegenstandsdatenbank vorliegen, in der eine Mehrzahl von Gegenstandsklassen anhand von Merkmalen beschrieben ist, sodass ein mit Merkmalen beschriebener Gegenstand in eine Klasse einsortierbar ist.

**[0026]** Alternativ oder zusätzlich zur Erkennung eines Gegenstands anhand von Topografiemerkmalen kann ein Gegenstand mittels Bilderkennung erkannt und in eine Gegenstandsklasse eingeordnet werden.

**[0027]** Allgemein beschrieben, kann die Gegenstandsdatenbank eine Vielzahl von Beschreibungen von verschiedenen Gegenständen enthalten, zweckmäßigerweise eine Klasseneinteilung dieser Beschreibungen in verschiedene Klassen. Jede Beschreibung und/oder Klasse, im Folgenden vereinfacht als Gegenstandsklasse bezeichnet, enthält eine Vielzahl von charakteristischen Bildmerkmalen und/oder Topografiemerkmalen, die von einem oder mehreren gleichen oder ähnlichen Gegenständen gewonnen sein können, beispielsweise gleichen Gattern, die nebeneinander angeordnet sind, oder mehreren gleichartigen Heuballen. Klassen von Gegenständen, wie Heuballen, und einzelne Gegenstände, wie ein Heuballen, werden im Folgenden nicht streng voneinander unterschieden.

**[0028]** Weiter ist es vorteilhaft, wenn eine Position des Gegenstands in der Topografie fotogrammetrisch bestimmt wird. Beispielsweise kann ein Sicherheitsabstand des Greifers um den Gegenstand fest-

gelegt werden, sodass der Greifer den Gegenstand zuverlässig nicht berührt.

**[0029]** Ist ein Gegenstand erkannt beziehungsweise einer Gegenstandsklasse zugeordnet, so kann seine aus beispielsweise der Datenbank bekannte Gegenstandstopografie mit der Topografie des Gegenstands aus der Fotogrammetrie verglichen werden. Dieser Vergleich kann für eine Verifizierung des Gegenstands herangezogen werden.

**[0030]** Die Erfindung ist außerdem gerichtet auf eine landwirtschaftliche Maschine mit einem Greifer zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut, insbesondere auch mit einem Antriebssystem zum mehrdimensionalen Bewegen des Greifers, einem optischen Sensor und einem Steuersystem, das dazu vorbereitet ist, anhand von Daten des Sensors den Greifer in seiner Position zu steuern. Zweckmäßigerweise kann auch die Position des Greifers relativ zu einem vorbestimmten Punkt erkannt werden.

**[0031]** Um die landwirtschaftliche Maschine besonders sicher führen zu können, wird vorgeschlagen, dass das Steuersystem erfindungsgemäß dazu vorbereitet ist, anhand von Daten der Sensoren eine Topografie der Umgebung des Greifers fotogrammetrisch zu ermitteln und den Greifer anhand der ermittelten Topografie zu steuern.

**[0032]** Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in einigen abhängigen Ansprüchen zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden, insbesondere bei Rückbezügen von Ansprüchen, sodass ein einzelnes Merkmal eines abhängigen Anspruchs mit einem einzelnen, mehreren oder allen Merkmalen eines anderen abhängigen Anspruchs kombinierbar ist. Außerdem sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination sowohl mit dem erfindungsgemäßen Verfahren als auch mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar. So sind Verfahrensmerkmale auch als Eigenschaft der entsprechenden Vorrichtungseinheit gegenständlich formuliert zu sehen und funktionale Vorrichtungsmerkmale auch als entsprechende Verfahrensmerkmale.

**[0033]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert wird. Das Ausführungsbeispiel dient der Erläuterung der Erfindung und beschränkt die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination

von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale des Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet und mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

**[0034]** Es zeigt:

**Fig. 1** einen Heukran mit einem Greifer zum Greifen von Heu in einem Kuhstall während des Fütterns von Kühen.

**[0035]** In **Fig. 1** ist eine landwirtschaftliche Maschine **2** in Form eines Heukrans dargestellt, die einen Greifer **4** zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut **6** aufweist. Der Greifer **4** ist eine Heuzange und das landwirtschaftliche Gut **6** ist Heu. Heukran und Heuballen werden im Folgenden zur Vereinfachung der Beschreibung ebenfalls mit dem Bezugszeichen **2** beziehungsweise **6** gekennzeichnet, ohne dass damit eine Einschränkung der Allgemeinheit der Erfindung verstanden werden soll.

**[0036]** Der Heukran **2** ist beweglich an und in einem Gebäude **8** befestigt und läuft im gezeigten Ausführungsbeispiel an einer Katze **10** entlang einer Schiene **12**. Der Greifer **4** des Heukrans **2** ist mit einem Arm **14** mit einem Zentrum **16** des Heukrans **2** verbunden, das eine Steuereinheit **18** beherbergt, die Teil eines Steuersystems ist, das neben der Steuereinheit **18** zumindest eine stationäre weitere Recheneinheit **20** im Gebäude **8** aufweisen kann, die in **Fig. 1** nur schematisch angedeutet ist. Der Heukran **2** ist ein autonomer Heukran **2**, der zum autonomen Arbeiten vorbereitet ist, also ohne Eingriffe eines Bedieners.

**[0037]** Das Steuersystem ist mit mehreren optischen Sensoren **22** datentechnisch verbunden, die im und/oder am Gebäude **8** so angeordnet sind, dass ihre Gesichtsfelder zusammen den Arbeitsbereich des Heukrans **2** vollständig abdecken. Zudem überlappen sich die Gesichtsfelder der Sensoren **22**. In **Fig. 1** ist zu sehen, dass manche der Sensoren **22** an Stützen des Gebäudes **8** angeordnet sind und in Richtung des Krans **2** schauen.

**[0038]** Optional trägt auch der Heukran **2** einen oder mehrere Sensoren **24**, die einen Verbund mit den Sensoren **22** bilden und ebenfalls datentechnisch mit dem Steuersystem verbunden sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist ein optischer Sensor **24** am Zentrum **16** vorhanden, dessen Blickfeld nach unten gerichtet ist auf eine Gegenstandstopografie unter dem Heukran **2**. Eine weitere Kamera **24** ist möglichst mehr als 2 Meter von der ersten Kamera **24** beabstandet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist sie am Greifer **4** angeordnet. Die Sensoren **22**, **24** sind Kameras, die im visuellen Spektralbereich sensitiv sind.

**[0039]** Weiter kann ein Topografiesensor **26** vorhanden sein, beispielsweise ein Laserscanner, der ei-

ne Geländetopografie **28** ausmisst, also eine Oberfläche der im Arbeitsbereich des Heukrans **2** befindlichen Gegenstände, inklusive von Teilen des Gebäudes selbst, beispielsweise dessen Scheunenfußbodens.

**[0040]** Vorteilhafte Arbeitsverfahren der landwirtschaftlichen Maschine **2** sind im Folgenden beschrieben. Die Sensoren **22**, **24** nehmen die Umgebung um den Heukran **2** auf und senden ihre Daten an das Steuersystem, also an die Steuereinheit **18** oder direkt oder über die Steuereinheit **18** an die Recheneinheit **20**. Das Steuersystem verarbeitet die empfangenen Bilddaten fotogrammetrisch und ermittelt eine Topografie **28** zumindest der Umgebung des Greifers **4**, zweckmäßigerweise der Umgebung des gesamten Heukrans **2**, insbesondere des gesamten Arbeitsbereichs des Heukrans **2**.

**[0041]** Der Arbeitsbereich kann derjenige Raumbereich sein, der durch die Summe der Bauteile des Heukrans **2** erreichbar ist, zweckmäßigerweise zusätzlich einer Sicherheitsumgebung von beispielsweise einem Meter oder einem anderen geeigneten Maß. Die Topografie **28** kann die Oberfläche der Gegenstände sein, die sich im erfassten Bereich befinden, zweckmäßigerweise im gesamten Arbeitsbereich des Heukrans **2**.

**[0042]** Außerdem sind mehrere eindeutig erkennbare Topografiepunkte, beispielsweise auf Elementen des Gebäudes **8**, in ihrer Position in einem festgelegten Koordinatensystem bekannt. Somit sind auch ihre Abstände zueinander bekannt und die Topografie **28** kann in das Koordinatensystem gelegt werden. Auf diese Weise kann die Position von anderen Topografiepunkten im Koordinatensystem fotogrammetrisch bestimmt werden, zweckmäßigerweise von allen Topografiepunkten der Topografie **28**.

**[0043]** Sind nicht genügend eindeutig erkennbare Topografiepunkte vorhanden, so können Bildmarken **30** im Raum verteilt werden, die ein individuelles Muster tragen und von mehreren Seiten aus eindeutig erkannt werden. In **Fig. 1** ist der Übersichtlichkeit halber nur eine Bildmarke **30** dargestellt, die ein digitales und individuelles Muster trägt und mit Sensoren **22**, **24** eindeutig und individuell erkannt werden kann. Jede Bildmarke **30** trägt also ein eindeutiges und individuelles Muster, sodass sie eindeutig und individuell erkannt werden kann. Auch die Positionen der Bildmarken **30** im Koordinatensystem sind bekannt, sodass mit ihrer Hilfe die Topografie **28** absolut vermessen werden kann.

**[0044]** Auch der Heukran **2** mit seinem Greifer **4** ist Bestandteil der Topografie **28**. Trägt der Kran **2** nicht eigenständig ausreichend sicher erkennbare Topografiepunkte, so wird auch er mit zumindest einer Bildmarke versehen, sodass seine Position, Ausrich-

tung und Größe eindeutig in der Topografie **28** bestimmt wird. Zweckmäßigerweise ist auch der Greifer **4** oder ein vorderes Ende des Arms **14** mit einer Bildmarke versehen.

**[0045]** Nun kann unter Verwendung der Topografiedaten der Kran **2** mit seinem Greifer **4** in seiner Bewegung so gesteuert werden, dass er sicher im Gebäude **8** geführt ist, ohne Gegenstände zu beschädigen oder zu nahe an Lebewesen **32**, in **Fig. 1** Kühe, zu kommen.

**[0046]** Um Gegenstände zu erkennen, darunter sollen im Folgenden auch Lebewesen **32**, also Tiere oder Menschen, verstanden werden, ist es notwendig, dass die Gegenstände als solche erkannt werden. Auch ihre Lage in der Topografie **28** sollte bestimmt werden. Da in den Bildern der Sensoren **22**, **24** Gegenstände abgebildet sind, können diese mittels bildverarbeitender Methoden erkannt werden. Beispielsweise werden hierfür Bildmerkmale verwendet und/oder Topografiemerkmale der Gegenstände. Diese charakteristischen Merkmale können mit Gegenstandsmerkmalen einer Gegenstandsdatenbank verglichen werden.

**[0047]** Um die Daten in der Gegenstandsdatenbank zu erzeugen, wird ein Arbeitsbereich des Heukrans **2**, zweckmäßigerweise der gesamte Arbeitsbereich, in dem der Heukran **2** tätig werden kann, mit einer Kamera aufgenommen, zweckmäßigerweise einer gleichen Kamera, wie die Kamera **22**, **24**, insbesondere mit derselben Kamera **22**, **24**. Aus den Bildern werden charakteristische Bildmerkmale von abgebildeten Gegenständen beziehungsweise Gegenstandspunkten ermittelt. Nun können diesen Bildmerkmalen beziehungsweise Topografiepunkten Eigenschaften zugeordnet werden, beispielsweise die zugehörigen Gegenstände als solche zugeordnet werden, wie „Heuballen“, „Schubkarre“, „Futtergatter“ oder dergleichen, und/oder es werden ihnen jeweils Koordinaten zugeordnet. Es können auch andere Eigenschaften zugeordnet werden. Beispielsweise wird einem Kreuzungspunkt von zwei Balken eines Gebäudes oder eine Ecke eines Gatters ein Ort in Form von Koordinaten zugeordnet. Die Zuordnung kann manuell durch einen Bediener erfolgen, der die Bilder anschaut und die dargestellten Schlüsselpunkte den Gegenständen oder Koordinaten zuordnet. Oder die Zuordnung erfolgt automatisiert anhand von Informationen über die Gegenstände.

**[0048]** Gegenständen oder Punkten können insofern Koordinaten zugeordnet werden, beispielsweise relativ zu einem gemeinsamen Bezugspunkt, wie einer Ecke eines Raums oder eines Gebäudes, und/oder andere Gegenstandsmerkmale. Sind Koordinaten zugeordnet, so kann sich der Heukran **2** beziehungsweise dessen Steuersystem anhand der im später aufgenommenen Bild wiedergefundenen

Punkte im Raum orientieren. Sind Gegenstandsbezeichnungen oder Äquivalentes zugeordnet, so kann der Heukran **2** - wenn er den Gegenstand in einem später aufgenommenen Bild wiederfindet - etwas mit dem Gegenstand tun, beispielsweise anheben oder verschieben, oder besonderen Abstand davon halten, wie beispielsweise von einer Kuh oder einem Menschen.

**[0049]** Zudem kann der Gegenstand gegriffen werden, wie in **Fig. 1** Heu **34** oder ein Heuballen **36**. Ein Futtersack **38** kann zuverlässig umfahren werden, sodass er nicht beschädigt wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Landwirtschaftliche Maschine / Heukran
<b>4</b>	Greifer
<b>6</b>	Landwirtschaftliches Gut / Heu
<b>8</b>	Gebäude
<b>10</b>	Katze
<b>12</b>	Schiene
<b>14</b>	Arm
<b>16</b>	Zentrum
<b>18</b>	Steuereinheit
<b>20</b>	Recheneinheit
<b>22</b>	Optischer Sensor
<b>24</b>	Optischer Sensor
<b>26</b>	Topografiesensor
<b>28</b>	Geländetopografie
<b>30</b>	Bildmarke
<b>32</b>	Kuh
<b>34</b>	Heu
<b>36</b>	Heuballen
<b>38</b>	Futtersack

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer landwirtschaftlichen Maschine (2) mit einem Greifer (4) zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut (6), bei dem mehrere optische Sensoren (22, 24) eine Umgebung des Greifers (4) aus verschiedenen Richtungen aufnehmen und ein Steuersystem den Greifer (4) in seiner Position steuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersystem anhand von Daten der Sensoren (22, 24) eine Topografie (28) der Umgebung des Greifers (4) fotogrammetrisch ermittelt und den Greifer (4) anhand der ermittelten Topografie (28) steuert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Greifer (4) einen Teil der Topografie (28) bildet und die Position des Greifers (4) in der Topografie (28) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Steuersystem anhand der erkannten Topografie (28) in einem festgelegten Raum orientiert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maschine (2) ein an einer Schiene (12) laufender und autonom arbeitender Kran (2) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der optischen Sensoren (24) am Kran (2) befestigt ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der optischen Sensoren (24) am Greifer (4) befestigt ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optischen Sensoren (22, 24) in einem Raum eines Gebäudes (8) verteilt sind und ihre Bildflächen einander überlappen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere in der Umgebung platzierte Bildmarken (30) mit jeweils einer individuellen Kennzeichnung mit aufgenommen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei den Aufnahmen der Umgebung aus mehreren verschiedenen Richtungen zumindest eine der Bildmarken (30) von mehreren Seiten aufgenommen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bildmarke (30) am Greifer (4) angeordnet ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mithilfe der Topografie (28) ein Gegenstand in der Topografie (28) erkannt und in eine Gegenstandsklasse eingeordnet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gegenstand in der Topografie (28) mittels Bildererkennung erkannt und in eine Gegenstandsklasse eingeordnet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Lage des Gegenstands

in der Topografie (28) fotogrammetrisch bestimmt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mithilfe der Gegenstandsklasse zugeordnete Gegenstandstopografie mit der Topografie (28) des Gegenstands aus der Fotogrammetrie verglichen wird.

15. Landwirtschaftliche Maschine (2) mit einem Greifer (4) zum Greifen von landwirtschaftlichem Gut (6), mehreren optischen Sensoren (22, 24) und einem Steuersystem, das dazu vorbereitet ist, anhand von Daten des Sensors (22, 24) den Greifer (4) in seiner Position zu steuern, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersystem dazu vorbereitet ist, anhand von Daten der Sensoren (22, 24) eine Topografie (28) der Umgebung des Greifers (4) fotogrammetrisch zu ermitteln und den Greifer (4) anhand der ermittelten Topografie (28) zu steuern.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

