

(19)



(11)

EP 2 573 266 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

(51) Int Cl.:
E01C 23/088 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12006594.1**

(22) Anmeldetag: **20.09.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Zahr, Thomas**
50259 Pulheim (DE)
- **Lang, Markus**
55469 Pleizenhausen (DE)
- **Schomaker, Rafael**
49811 Lingen (DE)
- **Baldassari, Filippo**
56322 Spay (DE)
- **Laux, Robert**
56566 Neuwied (DE)

(30) Priorität: **22.09.2011 DE 102011114183**

(71) Anmelder: **BOMAG GmbH**
56154 Boppard (DE)

(74) Vertreter: **Heidler, Philipp et al**
Lang & Tomerius
Landsberger Straße 300
80687 München (DE)

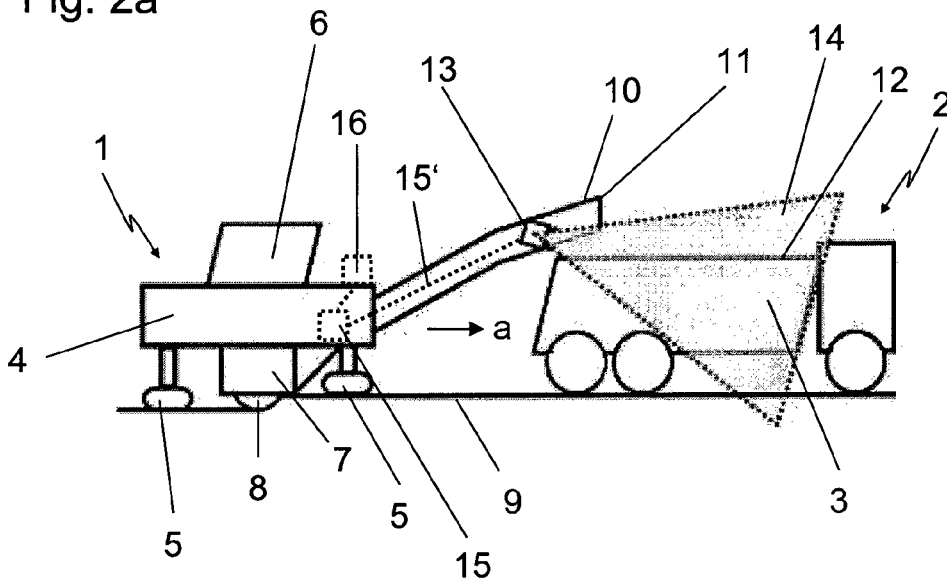
(72) Erfinder:
• **Von der Lippe, Jörn**
56070 Koblenz (DE)

(54) **Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportfahrzeugs mit Fräsgut, Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens und Fräsvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportfahrzeugs durch eine im Fräsbetrieb befindliche Fräsvorrichtung, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens und eine Straßenfräse oder eine Vorrichtung zum

Abbau von Bodenmaterial mit einer solchen Vorrichtung. Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt dabei in einer Sensoreinrichtung, mittels derer die Lage und zum Teil auch der Füllstand des Transportbehältnisses des Transportfahrzeugs bestimmt werden kann.

Fig. 2a



EP 2 573 266 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportfahrzeugs mit Fräsgut, eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens und eine Fräsvorrichtung, insbesondere Straßenfräse, mit einer solchen Vorrichtung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Fräsvorrichtungen bekannt, die einen von einem Maschinenrahmen getragenen und quer zur Arbeitsrichtung angeordneten Fräsrotor aufweisen. Im Fräsbetrieb fahren derartige Fräsvorrichtungen über den Boden, wobei der Fräsrotor in den Boden eintaucht und durch die am rotierenden Fräsrotor angeordneten Bearbeitungswerkzeuge Bodenmaterial abfräst. Im Fräsbetrieb bewegt sich die Fräsvorrichtung somit in Arbeitsrichtung und überfährt den zu bearbeitenden Boden. Typische Einsatzgebiete solcher Fräsvorrichtungen sind unter anderem der Straßen- und Wegebau, beispielsweise in Form von Straßenfräsen, und der Abbau von Bodenmaterial, beispielsweise im Tagebaubetrieb. Derartige Fräsvorrichtungen sind bevorzugt ferner als selbstfahrende Maschinen ausgebildet, wodurch auf separate Schleppfahrzeuge verzichtet werden kann.

[0003] Ein wesentlicher Aspekt im Betrieb derartiger Fräsvorrichtungen ist die Handhabung des Fräsgutes, also des vom Fräsrotor abgefrästen Materials. In vielen Einsatzsituationen ist es erforderlich, dass das Fräsgut von der Frässtelle mit Hilfe einer geeigneten Transportvorrichtung, beispielsweise einem Lastkraftwagen, abtransportiert wird. Die Fräsvorrichtung weist dazu üblicherweise eine Fördereinrichtung auf, über die das Fräsgut im Fräsbetrieb der Fräsvorrichtung vom Bereich des Fräsrotors zum Transportbehälter des Transportfahrzeugs transportiert beziehungsweise gefördert werden kann. Dabei sind im Hinblick auf die konkrete Anordnung der Fördereinrichtung im Verhältnis zum Transportfahrzeug verschiedene Ausführungsformen bekannt. Neben der Möglichkeit, dass die Fördereinrichtung bezogen auf die Arbeitsrichtung der Fräsvorrichtung das Fräsgut nach hinten ("Hinterlader") oder zur Seite ("Seitenlader") transportiert, hat sich insbesondere für als Straßenfräsen ausgebildete Fräsvorrichtungen ein nach vorn gerichtetes Förderband ("Vorderlader") als besonders geeignet erwiesen. Letzteres hat den Vorteil, dass das Transportfahrzeug während der Fräsarbeiten vor der Fräsvorrichtung auf dem noch nicht abgefrästen Boden fahren kann. Insbesondere diese Beladungsvariante stellt den Fräsenführer allerdings in der Regel vor erhöhte Anforderungen. So sind insbesondere die Sichtverhältnisse auf den vorausfahrenden Transportlastkraftwagen schlecht und der Fräsenführer kann beispielsweise nicht die Lademuße vollständig einsehen. Auch der Fahrer des Transportlastkraftwagens kann das Ladeband nicht sehen. Dies gilt umso mehr, wenn die Sichtverhältnisse zusätzlich durch die örtlichen Gegebenheiten weiter beschränkt sind, wie es insbesondere im Straßenbau, beispielsweise durch Straßenkurven, enge Straßen, fließenden Verkehr im Umfeld, Bodenhindernisse, wie Gullideckel, etc., häufig der Fall ist. Darüber hinaus trägt der Fräsenführer die Verantwortung für einen sicheren Arbeitsprozess, insbesondere im Hinblick auf Verkehrssicherheit und Personensicherheit. Für einen einwandfreien Abtransport des Fräsgutes ist ferner eine möglichst präzise Überwachung des Beladungsvorgangs wünschenswert. Einerseits weist das Fräsgut, häufig aufgefäster Straßenbelag, eine vergleichsweise hohe Dichte auf, so dass es schnell zu Überladesituationen kommen kann. Andererseits bewegen sich die üblicherweise hier zum Einsatz kommenden Transportlastkraftwagen mit Geschwindigkeiten von bis zu 100 km/h, so dass überladene Fahrzeuge ein besonders hohes Sicherheitsrisiko darstellen können.

[0004] Dadurch, dass sich die Fräsvorrichtung im Arbeits- beziehungsweise Fräsbetrieb üblicherweise im Fahrbetrieb befindet, d.h. sich in Arbeitsrichtung fortbewegt, kann das Transportfahrzeug häufig nicht über den gesamten Beladungsvorgang hinweg an einer Stelle verharren. Es muss sich vielmehr mit der Fräsvorrichtung in Arbeitsrichtung fortbewegen, um in Beladungsreichweite der Fördereinrichtung zu bleiben. Da sich die Fräsvorrichtung im Fräsbetrieb häufig vergleichsweise langsam bewegt, hat sich ein sich wiederholendes Anfahren und Anhalten des Transportfahrzeuges bewährt, wobei gleichzeitig insbesondere auch eine gleichmäßige Beladung des Transportbehälters des Transportfahrzeuges erreicht werden kann. Dieser Vorgang soll nachstehend anhand des Betriebs einer Frontladerstraßenfräse zunächst beispielhaft weiter erläutert werden.

[0005] Im Fräsbetrieb fährt dazu ein Transportfahrzeug mit einem Transportbehälter vor der Fräsvorrichtung vorweg und nimmt das Fräsgut über die Fördereinrichtung auf. Dabei kommt der Koordination der Bewegung der Fräsvorrichtung und des Transportfahrzeuges besondere Bedeutung zu. Einerseits muss sichergestellt werden, dass das Fräsgut von der Fördereinrichtung in den Transportbehälter des Transportfahrzeuges abgeworfen werden kann. Andererseits gilt es, eine Kollision zwischen beiden Fahrzeugen im Fräs- und Beladungsbetrieb zu verhindern. Nach bisherigem Stand liegt die Verantwortung zur Koordination der Relativposition des Transportfahrzeuges zur Fräsvorrichtung im Wesentlichen beim Maschinenführer der Fräsvorrichtung. Dieser beobachtet fortdauernd den Abstand des Fräsfahrzeugs zum Transportfahrzeug und weist den Fahrer des Transportfahrzeuges kontinuierlich über die Kommandos "vorwärts fahren", "stopp" und "abfahren" zur Positionsanpassung des Transportfahrzeuges relativ zu der sich im Fräsbetrieb in Arbeitsrichtung fortbewegenden Fräsvorrichtung an. Dies geschieht in der Regel über Hupzeichen. Konkret nähert sich die sich im Wesentlichen mit konstanter Arbeitsgeschwindigkeit fortbewegende Fräsvorrichtung dem Transportfahrzeug bis zu einem Minimalabstand an. Der Maschinenführer gibt dann das Kommando "vorfahren", bis das Transportfahrzeug am Maximalabstand für den Beladungsvorgang vorgefahren ist und veranlasst das Transportfahrzeug mit dem Kommando "stopp" zum Anhalten. Der Maximalabstand ist dabei derjenige Abstand zwischen Transportfahrzeug und Fräsvorrich-

tung, bei dem die Fördereinrichtung das Fräsgut gerade noch in den hinteren Bereich des Transportbehälters abwerfen kann, ohne dass Fräsgut in nennenswerten Mengen hinter dem Transportbehälter auf den Boden fällt. Der Minimalabstand ist entsprechend derjenige Abstand, bei dem die Fördereinrichtung das Fräsgut gerade noch in den vorderen Bereich des Transportbehälters abwirft oder bei dem die Fräsvorrichtung noch nicht mit dem Transportfahrzeug kollidiert, je nachdem, welcher Abstand größer ist. Sobald der Transportbehälter des Transportfahrzeugs seine Sollfüllung erreicht hat, was ebenfalls vom Maschinenführer der Fräsvorrichtung beobachtet wird, signalisiert der Maschinenführer mit dem Kommando "abfahren", dass der Beladungsvorgang abgeschlossen ist. Anschließend fährt das beladene Transportfahrzeug ab. Diese Art des Beladungsvorgangs stellt insgesamt enorme Anforderungen an den Bediener der Fräsvorrichtung, der neben dem Fräsvorgang (insbesondere Beobachtung der Fräskante, Bedienung und Steuerung der Maschine während des Fräsprozesses sowie Ortung des Umfeldes der Maschinen) stets auch den Beladungsvorgang beziehungsweise die Relativposition zwischen dem Transportfahrzeug und der Fräsvorrichtung beobachten muss. Dies führt zu einer erheblichen Belastung des Maschinenführers.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine Möglichkeit zur Entlastung des Maschinenführers während des Arbeitsbetriebs der Fräsvorrichtung und dem gleichzeitigen Beladen des Transportfahrzeugs anzugeben.

[0007] Die Lösung der Aufgabe gelingt mit einem Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportfahrzeuges mit Fräsgut, mit einer Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens und mit einer Fräsvorrichtung, insbesondere Straßenfräse, gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Der Grundgedanke der Erfindung liegt darin, dass der Maschinenführer mit den erfindungsgemäßen Ausführungsformen von der Notwendigkeit der kontinuierlichen Beobachtung der Relativposition des Transportbehälters eines Transportfahrzeugs in Relation zur Fräsvorrichtung entlastet wird und dieser Vorgang, zumindest zu wesentlichen Teilen, erfindungsgemäß automatisiert abläuft. Der Maschinenführer muss entsprechend nicht mehr kontinuierlich Sorge dafür tragen, dass das Transportfahrzeug im Fräsbetrieb der Fräsvorrichtung stets in einer für die Beladung geeigneten Position ist und kann sich entsprechend auf die Durchführung der Fräsarbeiten an sich konzentrieren.

[0009] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt in einem Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportbehälters eines Transportfahrzeugs, das im Fräsbetrieb durch eine Fräsvorrichtung beladen wird, wobei die Fräsvorrichtung eine Fördereinrichtung umfasst, über die während des Fräsbetriebs der Fräsvorrichtung Fräsgut in den Transportbehälter gefördert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte a) Erfassen der Relativposition des Transportbehälters im Beladebereich der Fräsvorrichtung mit Hilfe einer Sensoreinrichtung, b) Starten des Beladungsvorgangs durch ein Inbetriebsetzen der Fördereinrichtung, c) Überwachen der Relativposition des Transportbehälters mit Hilfe der Sensoreinrichtung und vorzugsweise auch Steuern des Beladungsvorgangs in Abhängigkeit von der Relativposition des Transportbehälters und d) Ausgeben eines Signals an den Maschinenführer der Fräsvorrichtung, wenn eine Sollbefüllung des Transportbehälters ermittelt wird oder wenn die Sensoreinrichtung ein Entfernen des Transportbehälters aus dem Beladebereich feststellt. Dabei kann das Ausgeben des Signals gemäß Schritt d) beispielsweise mittels eines optischen und/oder akustischen Signals erfolgen und/oder aber auch ein automatisches Stoppen des Beladungsprozesses umfassen. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich somit in einem wesentlichen Aspekt durch die Überwachung des Transportbehälters durch eine Sensoreinrichtung aus, die zur Erfassung und Verfolgung der Position des Transportbehälters und vorzugsweise auch zur Überwachung des Füllstandes beziehungsweise zur Überwachung auf das Erreichen einer Sollbefüllung während des Beladungsvorgangs ausgebildet ist. Dadurch wird eine automatisierte Überwachung des Beladungsvorgangs möglich, sodass der Maschinenführer nicht mehr zu jedem Zeitpunkt die Position des Transportbehälters relativ zur Fräsvorrichtung beobachten und, je nach Ausführungsform, dem Fahrer des Transportfahrzeuges entsprechende Steuerbefehle geben muss. Er kann sich vielmehr gezielt auf die Fräsarbeiten konzentrieren. Gleichzeitig wird beispielsweise eine möglichst mittige Beladung des Transportbehältnisses ermöglicht, so dass sich das Fräsgut im Transportbehältnis zu den Randbereichen durch Schwerkraft und Rieselverhalten verteilen kann.

[0010] Mit dem ersten Schritt, dem Erfassen der Relativposition des Transportbehälters im Beladebereich der Fräsvorrichtung mit Hilfe einer Sensoreinrichtung, erfolgt verfahrensgemäß die Feststellung, ob überhaupt ein Transportbehälter im Beladebereich der Fräsvorrichtung präsent ist. Der Beladebereich der Fräsvorrichtung ist derjenige Bereich, in den die Fördereinrichtung während des Fräsprozesses erhaltenes Fräsgut fördern beziehungsweise abwerfen kann. Der Beladebereich ist beispielsweise bei der Verwendung eines an der Fräsvorrichtung angeordneten Förderbandes als Fördereinrichtung mit anderen Worten der Abwurfbereich des Förderbandes. Der Beladebereich verschiebt sich entsprechend in Abhängigkeit von der Höhe und weiteren Faktoren, wie beispielsweise der Umlaufgeschwindigkeit des Transportgutes des Förderbandes. Nur wenn sich der Beladebereich über dem Transportbehälter des Transportfahrzeuges befindet, wird das Fräsgut somit in den Transportbehälter abgeworfen. Die Relativposition bezieht sich verfahrensgemäß auf die Position des Transportbehälters im Verhältnis zur Fräsvorrichtung und ganz besonders im Verhältnis zur Fördereinrichtung der Fräseinrichtung. Die Sensoreinrichtung ist nun erfindungsgemäß in der Weise ausgebildet, dass sie die Präsenz zumindest eines Teilbereichs des Transportbehälters im Beladebereich zur Aufnahme von Fräsgut feststellen kann. Konkrete Ausbildungen der Sensoreinrichtung werden nachstehend noch näher beschrieben werden.

Grundsätzlich kann dabei beispielsweise eine zweidimensionale Prüfung erfolgen, ob der Beladebereich mit wenigstens einem Teil des Transportbehältnisses in der Horizontalebene überlappt. Alternativ können hierzu ergänzend dreidimensionale Informationen, beispielsweise der Abstand des Beladebereiches zum Transportbehältnis in Vertikalrichtung, mit berücksichtigt werden.

5 **[0011]** Nachdem die Sensoreinrichtung die Präsenz zumindest eines Teilbereiches des Transportbehälters im Beladebereich festgestellt hat beziehungsweise sichergestellt ist, dass von der Transporteinrichtung abgeworfenes Fräsgut im Transportbehälter landet, erfolgt anschließend das Starten des Beladungsvorgangs durch ein Inbetriebsetzen der Fördereinrichtung. Dies kann beispielsweise automatisch erfolgen. Alternativ kann beispielsweise auch eine Start- beziehungsweise Freigabeschaltung freigegeben werden, die ein manuelles Starten des Beladungsvorgangs durch den
10 Maschinenführer ermöglicht. Unter Inbetriebsetzen der Fördereinrichtung fällt erfindungsgemäß sogar bereits das Signalisieren an den Maschinenführer, das die Sensoreinrichtung festgestellt hat, dass der Beladebereich über dem Transportbehälter positioniert ist. Die Koordination zwischen den Schritten a) und b) erfolgt dabei über eine Steuereinheit, die mit der Sensoreinrichtung und gegebenenfalls weiteren Einrichtungen, wie beispielsweise der Freigabeschaltung, der Fräsvorrichtung, funktional verbunden ist. Eine funktionale Verbindung liegt dann vor, wenn über die Verbindung
15 eine Kommunikation zwischen zwei Elementen möglich ist und insbesondere Daten und/oder Steuerbefehle empfangen und/oder abgesendet werden können. Eine funktionale Verbindung umfasst neben einer mechanischen Verbindung somit auch Leitungsverbindungen, beispielsweise zur Weiterleitung elektrischer oder optischer Signale, und auch kabellose Verbindungen, beispielsweise Funkverbindungen.

[0012] Während des Beladungsvorgangs bewegt sich die Fräsvorrichtung über den abzufräsenden Untergrund fort. Dabei erfolgt ein kontinuierliches Überwachen der Relativposition des Transportbehälters zur Fräsvorrichtung beziehungsweise zum Beladebereich der Fördereinrichtung mit Hilfe der Sensoreinrichtung. Das wesentliche Element dieses Schritts ist somit, dass die Sensoreinrichtung weiterhin kontinuierlich prüft, inwieweit sich der Beladebereich der Fördereinrichtung zumindest über einem Teilbereich des Transportbehälters befindet und das Fräsgut entsprechend in den Transportbehälter abgeworfen wird. Gleichzeitig wird in Abhängigkeit von dem Überwachungsergebnis (beziehungsweise in Abhängigkeit von der Frage, ob der Beladebereich über dem Transportbehälter ist) ein Signal ausgegeben, beispielsweise optisch, akustisch und/oder in Form wenigstens einer Steuerfunktion, wenn eine Sollbefüllung erreicht worden ist oder der Beladebereich nicht mehr vollständig mit dem Transportbehälter beziehungsweise mit der Aufnahmeöffnung des Transportbehälters überlappt. Das Ausgeben eines Signals ist somit breit zu verstehen und umfasst
20 sämtliche Maßnahmen, die geeignet sind, den Maschinenführer auf die Situationen "Sollbefüllung erreicht" und/oder "Transportbehälter aus Beladebereich entfernt" hinzuweisen. Durch eine Steuerung einer optischen und/oder akustischen Signaleinrichtung ist es beispielsweise möglich, den Maschinenführer auf das Erreichen der Sollbefüllung oder auf das Entfernen des Transportbehälters vom Beladebereich hinzuweisen. Das Ausgeben eines Signals können aber alternativ oder ergänzend auch reine Steuerfunktionen sein. Unter Steuerfunktionen für den Beladungsvorgang können beispielsweise zunächst sämtliche Maßnahmen fallen, die in irgendeiner Form Einfluss auf den Beladungsvorgang haben, konkret beispielsweise insbesondere die Befehle "Fördereinrichtung ein" und "Fördereinrichtung aus". Es versteht sich von selbst, dass auch verschiedene Signale oder Steuerfunktionen gleichzeitig ausgelöst werden können. Insgesamt wird dadurch eine erhebliche Entlastung insbesondere des Fräsenführers ermöglicht, da er nicht mehr kontinuierlich den Verladeprozess des Fräsgutes auf das Transportfahrzeug beobachten und steuern muss.

[0013] Der Beladungsvorgang wird vorzugsweise verfahrensgemäß dann gestoppt, wenn eine Sollbefüllung des Transportbehälters ermittelt wird oder sobald die Sensoreinrichtung ein Entfernen des Transportbehälters aus dem Beladebereich feststellt. Die Sollbefüllung ist dabei diejenige Befüllung, die zur Vermeidung einer Überladung des Transportfahrzeuges nicht überschritten werden darf. Die Sollbefüllung kann vom Füllvolumen des Transportbehälters und/oder insbesondere über das Füllgewicht des Transportbehälters definiert sein. Das Erreichen der Sollbefüllung kann konkret auf unterschiedliche Weise ermittelt werden. Idealerweise erfolgt dies ebenfalls mit Hilfe der Sensoreinrichtung, wobei auch andere Verfahren, beispielsweise gewichtsbasierte Verfahren, möglich sind. Ein Entfernen des Transportbehälters aus dem Beladebereich kann beispielsweise dann vorliegen, wenn der Abstand zwischen Fräsvorrichtung und Transportfahrzeug zu groß ist. Dies kann im Fräsbetrieb insbesondere bei nach hinten oder zur Seite abladenden Fräsvorrichtungen erfolgen, wenn die Fräsvorrichtung sich im Fräsbetrieb zu weit vom Transportfahrzeug entfernt oder entsprechend bei Vorderladerfräsen, wenn das Transportfahrzeug zu weit nach vorn vorgefahren ist oder noch nicht
40 nah genug an die Fräsvorrichtung zurückgesetzt ist, dass sich der Transportbehälter noch nicht im Beladebereich der Transporteinrichtung befindet und Fräsgut somit noch nicht in den Transportbehälter abgeworfen werden kann.

[0014] Auch die konkrete Durchführung der Positionsbestimmung des Transportbehälters durch die Sensoreinrichtung kann variieren. So können beispielsweise entsprechende Markierungselemente am Transportbehälter vorhanden sein, die die Sensoreinrichtung selektiv erkennt und dadurch Rückschlüsse auf die aktuelle Position des Transportbehälters trifft. Dies können beispielsweise geeignete Reflektoren und/oder Transponder-elemente sein. Die Sensoreinrichtung kann aber insbesondere in der Weise ausgebildet sein, dass sie die Oberkante des Transportbehälters beziehungsweise dessen umlaufenden Rand erkennt, wie es beispielsweise mit bekannten optoelektronischen Einrichtungen möglich ist. Dies hat einerseits den Vorteil, dass der Transportbehälter nicht in spezieller Weise ausgebildet sein muss, schließlich

ist die Verwendung von nach oben offenen und einen umlaufenden Rand aufweisenden Transportbehältern absolut üblich, und andererseits sind eine Vielzahl von Einrichtungen bekannt, über die eine solche "Randerkennung" schnell erreicht werden kann.

[0015] Grundsätzlich ist es ferner möglich, die Sensoreinrichtung in der Weise auszubilden, dass sie stets den gesamten Transportbehälter beziehungsweise zumindest die umlaufende Oberkante des Transportbehälters erfasst und dessen Relativposition überwacht. Häufig ist dies jedoch nicht möglich. Dies kann beispielsweise aufgrund der konkreten Anordnung der Sensoreinrichtung und/oder der Abmessungen des Transportbehälters und/oder dem Sensorfeld (Bereich, den die Sensoreinrichtung erfassen kann) der Sensoreinrichtung der Fall sein. Es hat sich allerdings gezeigt, dass bereits das Erfassen von Teilbereichen des Transportbehälters durch die Sensoreinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausreichend ist. Für diesen Fall hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn beim Überwachen der Relativposition des Transportbehälters mit Hilfe der Sensoreinrichtung folgende Operationen ablaufen: 1. Erfassen wenigstens eines Teilbereichs des Transportbehälters, insbesondere eines Teils der Oberkante des Transportbehälters, und Ermitteln des Füllzustandes in diesem Teilbereich des Transportbehälters, 2. Speichern des im Schritt 1 erfassten Füllzustandes in dem wenigstens einen Teilbereich, 3. Erfassen eines weiteren Teilbereichs des Transportbehälters, Ermitteln des Füllzustandes in diesem weiteren Teilbereich und Speichern des erfassten Füllzustandes des weiteren Teilbereichs, 4. Bestimmen der Gesamtbefüllung mit Hilfe der im Schritt 3 aktuell bestimmten und den im Schritt 2 hinterlegten aktuellsten Daten, 5. Aktualisieren der Füllstände bereits erfasster Teilbereiche des Transportbehälters und 6. Ermitteln des Befüllungsgrades des Transportbehälters auf der Grundlage der in Bezug auf die einzelnen Teilbereiche des Transportbehälters jeweils aktuellsten Füllstände. Das Grundkonzept in dieser Ausführungsform besteht somit in einer virtuellen Aufteilung des Transportbehälters in mehrere Teilbereiche, die von der Sensoreinrichtung für sich jeweils überwacht werden. Parallel dazu legt die Steuereinheit eine Historie über die bereits erfassten Teilbereiche an und ermittelt schließlich aus der Zusammenschau aus aktuell bestimmten Teilbereich und hinterlegten weiteren Teilbereichen die Gesamtbefüllung des Transportbehälters. Dadurch, dass sich im Fräsbetrieb der Abstand zwischen der Fräsvorrichtung und dem Transportfahrzeug zwischen maximaler Annäherung im Beladebereich und maximalem Abstand im Beladebereich ändert, wird die Sensoreinrichtung somit mehrfach mit ihrem Erfassungsbereich über den gesamten Transportbehälter, insbesondere dessen Oberkante, geführt. Da die Sensoreinrichtung aber jeweils nur einen Teil des Transportbehälters auf das Erreichen der Sollbefüllung prüfen und überwachen kann, kann die Sensoreinrichtung somit nicht gleichzeitig den Befüllungsgrad des Transportbehälters in seiner Gesamtheit ermitteln. Das erfindungsgemäße Verfahren löst dieses Problem dadurch, dass es den Transportbehälter in mehrere Teilbereiche untergliedert und die jeweils für die Teilbereiche ermittelten Füllzustände zur Bestimmung des Gesamtfüllzustandes des Transportbehälters heranzieht. Dabei wird stets auf den jeweils aktuellsten Datensatz zurückgegriffen, sodass beispielsweise für den Fall, dass der erste Teilbereich insgesamt drei Mal hintereinander von der Sensoreinrichtung überprüft worden ist, der letzte und damit aktuellste ermittelte Füllzustand der Ermittlung der Gesamtbefüllung zugrunde gelegt wird. Konkret erfolgen diese Schritte beispielsweise durch eine Steuereinheit, die die entsprechenden Daten von der Sensoreinrichtung empfängt, hinterlegt und bezogen auf den jeweiligen Teilbereich jeweils aktualisiert.

[0016] Wesentliche Kriterien für einen einwandfreien Befüllvorgang des Transportbehälters mit Fräsgut sind einerseits die möglichst verlustfreie Förderung des Fräsguts in den Transportbehälter mit Hilfe der Fördereinrichtung und gleichzeitig die möglichst maximale und/oder gleichmäßige Beladung des Transportbehältnisses mit Fräsgut, um einen effizienten Abtransport des Fräsguts von der Arbeitsstelle zu erreichen. Die Strategie zur Befüllung des Transportbehältnisses kann dabei eine Beladung von hinten oder von vorne oder aber bevorzugt zur Schonung des Transportfahrzeuges gleichmäßig über das Transportbehältnis vorsehen. In einer vorteilhaften Ausführungsform schlägt die Erfindung in diesem Zusammenhang vor, dass während des Schrittes c) (Überwachen der Relativposition...) und insbesondere während des Steuerns des Beladungsvorgangs (was beispielsweise auch während des Schrittes c) erfolgen kann) das Erfassen der Abwurfbahn des von der Fördereinrichtung in den Transportbehälter abgeworfenen Fräsmaterials zusammen mit wenigstens dem Regeln der Seitenauslenkung der Abwurfbahn relativ zum Transportbehälter durch ein seitliches Verstellen der Fördereinrichtung und/oder dem Regeln der Abwurfweite der Abwurfbahn, insbesondere durch ein Regulieren der Arbeitsgeschwindigkeit der Fördereinrichtung, durch eine Höhenverstellung der Fördereinrichtung und/oder durch ein Verstellen des Lagewinkels der Fördereinrichtung erfolgt. Arbeitsgeschwindigkeit bezeichnet dabei konkret insbesondere die Umlaufgeschwindigkeit eines Transportgurtes eines Förderbandes. Unabhängig von der Relativbewegung der Fräsvorrichtung zum Transportbehälter wird bei dieser Ausführungsform somit der Abwurfpunkt des Fräsguts im Transportbehälter auf unterschiedliche Arten und Weisen durch Verstellungen der Fördereinrichtung variiert. Dazu ist es sinnvollerweise zunächst erforderlich, dass der Abwurfpunkt im Transportbehältnis bekannt ist. Hierzu kann es vorgesehen sein, dass die Sensoreinrichtung die Abwurfbahn des Fräsguts erfasst und zumindest einen virtuellen Abwurfpunkt, insbesondere auf Höhe der Oberkante des Transportbehältnisses, bestimmt. Wichtig ist, dass das Fräsgut unterhalb dieses virtuellen Abwurfpunktes nicht mehr aus dem Transportbehälter heraus fallen kann, was beispielsweise unterhalb der Oberkante eines Transportbehältnisses der Fall ist. Anschließend kann eine Feinsteuerung der Abwurfbahn beziehungsweise eine Beeinflussung des virtuellen Abwurfpunktes, insbesondere in der Fläche der Oberkante des Transportbehältnisses, auf verschiedene Arten und Weisen erfolgen. Konkret kann beispielsweise eine Seitenauslen-

kung der Fördereinrichtung zum seitlichen Verstellen der Abwurfbahn ausgelöst werden, so dass der Abwurfpunkt des Fräsmaterials in Arbeitsrichtung nach rechts oder nach links wandert. Seitenauslenkung bezeichnet somit eine Veränderung der Abwurfbahn zu den Seiten nach rechts oder links. Ergänzend oder alternativ kann beispielsweise die Abwurfweite der Abwurfbahn, beispielsweise durch ein Erhöhen oder Erniedrigen der Umlaufgeschwindigkeit eines Förderbands oder der Höhenverstellung beziehungsweise der Lageverstellung der Fördereinrichtung, erfolgen. Insgesamt kann auf diese Weise eine besonders gleichmäßige Verteilung des Fräsguts im gesamten Transportbehälter erreicht werden. Es versteht sich von selbst, dass zur Auslösung der einzelnen Steuerfunktionen geeignete Aktuatoren vorhanden sind und von der Steuereinheit angesteuert werden.

[0017] Um den Maschinenführer noch weiter zu entlasten, ist es neben der vorstehend beschriebenen Überwachung durch die Sensoreinrichtung, ob sich ein Transportbehälter im Beladebereich befindet, weiter bevorzugt, dass der Abstand zwischen Transportfahrzeug und Fräsvorrichtung im Fräsbetrieb ebenfalls möglichst weitgehend automatisch beziehungsweise zumindest ohne ein individuelles Eingreifen des Maschinenführers koordiniert wird. Erfindungsgemäß ist für diesen Fall die Steuereinheit bevorzugt in der Weise ausgebildet, dass sie in Abhängigkeit vom Beladungsgrad des Transportbehälters und/oder vom Abstand zwischen der Fräsvorrichtung und dem Transportfahrzeug eine Signaleinrichtung steuert, die zumindest jeweils ein Signal für die Anweisungen "vorwärts fahren", "stoppen" und "abfahren" angibt. Die Anweisungen erfolgen dabei bevorzugt in einer vom Fahrer des Transportfahrzeugs wahrnehmbaren Weise. Die Steuereinheit ist somit über die Signaleinrichtung in der Lage, die Relativposition zwischen dem Transportfahrzeug und der Fräsvorrichtung durch die selbsttätige Ausgabe entsprechender Kommandos an den Fahrer des Transportfahrzeugs zu regulieren. Der Maschinenführer der Fräsvorrichtung muss damit je nach Befüllstrategie beispielsweise nicht mehr Sorge dafür tragen, dass das Transportfahrzeug während des Beladevorgangs rechtzeitig vorfährt und stoppt und sich somit in geeigneter Weise mit der im Fräsbetrieb fahrenden Fräsvorrichtung mitbewegt. Diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass der Fahrer des Transportfahrzeugs seine Fahrbefehle während des Beladungsvorgangs automatisch von der von der Steuereinheit gesteuerten Signaleinrichtung erhält. Alternativ kann es allerdings auch vorgesehen sein, dass die Steuereinheit die Fahrbewegung des Transportfahrzeugs unmittelbar während des Beladungsvorgangs steuert, beispielsweise über entsprechende Fernbedienungseinrichtungen oder über eine mechanische Kopplung, die in der Weise ausgebildet ist, dass sie zur Abstandsregulation ebenfalls von der Steuereinheit steuerbar ist. Bevorzugt findet dieses Verfahren bei Straßenfräsen Anwendung, die in Arbeitsrichtung nach vorn und somit auf ein vorneweg fahrendes Transportfahrzeug verladen.

[0018] Wie vorstehend bereits erwähnt, pendelt das Transportfahrzeug mit seinem Transportbehälter relativ zur Fräsvorrichtung aufgrund des sich wiederholenden Vorfahrens und Anhaltens während des Beladungsvorgangs zwischen einer maximal und einer minimal beabstandeten Relativstellung. Bei nach vorne beziehungsweise in Arbeitsrichtung verladenden Fräsvorrichtungen ist das Transportfahrzeug so beispielsweise zunächst maximal beabstandet. Die maximale Beabstandung liegt dann vor, wenn das Fräsgut gerade noch in den hinteren Bereich des Transportbehälters abgeworfen wird. Der Maximalabstand entspricht somit einer Lage des Beladebereiches der Fräsvorrichtung am hinteren Ende des Transportbehälters. Im Fräsbetrieb nähert sich die Fräsvorrichtung dem in Arbeitsrichtung vor ihr stehenden Transportfahrzeug mit der Zeit an, bis ein Minimalabstand erreicht wird. Der Minimalabstand wird dann erreicht, wenn entweder eine Kollision zwischen beiden Fahrzeugen bevorsteht oder das Fräsgut gerade noch vollständig in den vorderen Bereich des Transportbehälters abgeworfen wird und nicht nach vorn über den Behälter hinaus. Im letzteren Fall befindet sich der Beladebereich somit am vorderen Ende des Transportbehälters. Anschließend fährt das Transportfahrzeug wieder vor, bis der Maximalabstand wiederhergestellt ist. Dieser Vorgang wiederholt sich so häufig, bis der Transportbehälter des Transportfahrzeugs in gewünschter Weise befüllt ist. In einer bevorzugten Ausführungsform korreliert die Steuereinheit diesen Beabstandungsablauf "Maximalabstand - Minimalabstand - Maximalabstand - ..." zwischen dem Transportfahrzeug und der Fräsvorrichtung gezielt mit einem abwechselnden Erfassen der vorderen und der hinteren Oberkante des Transportbehälters. Gezielt die vordere und hintere Oberkante des Transportbehälters werden von der Steuereinheit in diesem Fall somit als Maß für das Erreichen des Maximalabstandes (Hinterkante des Transportbehälters) und des Minimalabstandes (Vorderkante des Transportbehälters) herangezogen. Diese Ausführungsform ist insofern besonders vorteilhaft, als dass die in diesem Zusammenhang verwendbaren Sensoreinrichtungen in der Regel die vordere und die hintere Oberkante des Transportbehälters besonders sicher und zuverlässig erkennen kann, da sie beispielsweise optisch besonders deutlich gegenüber ihrer Umgebung hervortritt.

[0019] Ideal ist es, wenn die Steuereinheit auf möglichst viele Betriebsparameter der Fräsvorrichtung zurückgreifen kann, um den Beladungsvorgang optimal zu steuern. Vorzugsweise berücksichtigt die Steuereinheit somit wenigstens einen und ganz besonders mehrere der Betriebsparameter "Fahrbetrieb der Fräsvorrichtung", "Fahrgeschwindigkeit der Fräsvorrichtung im Fräsbetrieb", "Aktivierung eines Fräsrotors", "Frästiefe eines Fräsrotors", "Betriebsstatus der Fördereinrichtung", "Fördergeschwindigkeit eines Förderbandes der Fördereinrichtung", "Seitenverstellwinkel des Förderbandes" oder "Neigungswinkel des Förderbandes". Die Fahrgeschwindigkeit der Fräsvorrichtung im Fräsbetrieb ist insofern eine besonders relevante Größe, als dass sie unmittelbaren Einfluss auf den Relativabstand zwischen der sich im Fräsbetrieb in Arbeitsrichtung bewegenden Fräsvorrichtung und dem Transportfahrzeug hat. Die Aktivierung des Fräsrotors ist insofern relevant, als das Fräsgut nur bei aktiviertem Fräsrotor anfällt. Die Frästiefe des Fräsrotors gibt

Aufschluss darüber, wie viel Fräsgut pro Streckeneinheit anfällt. Mit der Bezeichnung "Betriebsstatus" der Fördereinrichtung ist insbesondere die Feststellung bezeichnet, ob die Fördereinrichtung in Betrieb ist oder nicht. Die Fördergeschwindigkeit eines Förderbandes der Fördereinrichtung bezeichnet die Umlaufgeschwindigkeit des Förderbandes und korreliert damit mit der Abwurfweite des Fräsgutes beziehungsweise stellt eine Regelgröße zur Variation der Abwurfweite des Fräsgutes dar. Der Seitenverstellwinkel des Förderbandes bezeichnet die Abweichung der Förderbandstellung in der Horizontalen von einer in Arbeitsrichtung der Fräsvorrichtung verlaufenden Geraden und der Neigungswinkel des Förderbandes gibt entsprechend die Winkelstellung des Förderbandes in einer vertikalen Ebene in Förderrichtung des Förderbandes von einer auf dem Boden aufstehenden Senkrechten an. Beide Größen eignen sich ebenfalls besonders zur Feineinstellung des Abwurfortes während des Beladevorgangs, insbesondere der Abwurfweite. Zur Bestimmung der einzelnen Betriebsparameter sind vorzugsweise jeweils geeignete Einrichtungen, beispielsweise Sensoren, vorhanden, die die jeweiligen Messdaten an die Steuereinheit übermitteln. Sofern bestimmte Größen von der Steuereinheit aktiv geregelt werden, wie beispielsweise der Neigungs- und/oder Seitenverstellwinkel eines Förderbandes, sind ferner entsprechend geeignete Aktuatoren vorhanden, die von der Steuereinheit angesteuert werden können.

[0020] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportbehälters eines Transportfahrzeugs durch eine Fräsvorrichtung im Fräsbetrieb, idealerweise zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens, wobei die Fräsvorrichtung eine Fördereinrichtung umfasst, über die während des Fräsbetriebs der Fräsvorrichtung Fräsgut in den Transportbehälter gefördert wird. Wesentliches Element der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine zur Erkennung der Relativposition des Transportbehälters zur Fräsvorrichtung ausgebildete Sensoreinrichtung und eine Steuereinheit, die auf Grundlage der von der Sensoreinrichtung erfassten Relativposition des Transportbehälters zur Fräsvorrichtung den Beladungsvorgang steuert. Die Vorrichtung ist mit anderen Worten in der Lage, die Entfernung des Transportbehälters zur Fräsvorrichtung und insbesondere zur Fördereinrichtung, speziell deren Abwurfeneinrichtung, der Fräsvorrichtung zu ermitteln und an die Steuereinheit weiterzuleiten. Diese Vorrichtung kann entsprechend dazu herangezogen werden, sicherzustellen, dass während des Beladungsvorgangs der Transportbehälter in Reichweite der Fördereinrichtung beziehungsweise in deren Beladebereich ist. Die Steuereinheit kann nun in einem ersten Aspekt der Erfindung in der Weise ausgebildet sein, dass sie den Beladungsvorgang der Fördereinrichtung dann automatisch unterbricht, wenn die Sensoreinrichtung keinen Transportbehälter im Beladebereich ermittelt beziehungsweise der Transportbehälter den Beladebereich verlassen hat. Damit ist sichergestellt, dass nur dann Fräsgut über die Fördereinrichtung gefördert wird, wenn auch ein Transportbehälter zur Aufnahme von Fräsgut im Beladebereich vorhanden ist und das Fräsgut entsprechend in den Transportbehälter gefördert werden kann.

[0021] Um einen effizienten Beladungsvorgang zu ermöglichen, ist es dazu nicht erforderlich, dass die Sensoreinrichtung stets den gesamten Aufnahmebereich des Transportbehälters erfasst. Wesentlich ist vielmehr, dass die relevante Einfüllöffnung für den Transportbehälter erkannt wird beziehungsweise sichergestellt ist, dass das Fräsgut möglichst vollständig in den Transportbehälter gefördert wird. Typische Transportbehälter, beispielsweise entsprechend ausgestattete Sattelzüge, weisen üblicherweise einen nach oben hin offenen Transportbehälter auf, in der Regel mit einer umlaufenden Oberkante. Die Oberkante repräsentiert dabei in Vertikalrichtung die Außenabmessungen des Transportbehälters. Eine ausreichende Positionsbestimmung des Transportbehälters relativ zur Fräsvorrichtung wird entsprechend bereits mit einer Sensoreinrichtung erhalten, die zur Erfassung dieser Oberkante des Transportbehälters ausgebildet ist. In bestimmten Ausführungsformen ist es ferner bereits ausreichend, wenn die Sensoreinrichtung lediglich zur Erfassung eines Teilbereichs der Oberkante des Transportbehälters ausgebildet ist. Die Sensoreinrichtung kann im praktischen Einsatz somit Bereiche der Oberkante und neben der Oberkante liegende Bereiche innerhalb und außerhalb des Transportbehälters unterscheiden. Entscheidend ist, dass die Sensoreinrichtung erkennt, ob das Fräsgut in den Transportbehälter gefördert werden kann und wird beziehungsweise ob der Beladebereich der Fördereinrichtung innerhalb der Außenabmessungen des Transportbehälters liegt.

[0022] Grundsätzlich kann bei der konkreten Ausbildung der Sensoreinrichtung auf sämtliche im Stand der Technik bekannten und für die vorliegende Anwendung geeigneten Sensoreinrichtungen zurückgegriffen werden. Dazu können beispielsweise am Transportbehälter geeignete Transponderelemente, Reflektoren, etc. vorhanden sein, die im Zusammenspiel mit einer geeigneten Sensoreinrichtung zur Positionsbestimmung dienen können. Bevorzugt ist allerdings der Einsatz einer Sensoreinrichtung mit einem Sensor, der zur Erfassung von räumlichen Informationen beziehungsweise 3D-Informationen ausgebildet ist. Besonders geeignet ist dazu beispielsweise eine Kameraeinrichtung mit wenigstens zwei zueinander beabstandet angeordneten Bildaufnahmeelementen, wie insbesondere eine sogenannte Stereovisionkamera. Grundsätzlich sind aber auch alternative elektrooptische Einrichtungen möglich, wie insbesondere eine Kamera mit einem PMD-Sensor (*Photonic Mixer Device*). Elektrooptische Einrichtungen zeichnen sich allgemein durch ihre vergleichsweise einfache Installation und ihre hohe Zuverlässigkeit im Praxiseinsatz aus. Eine Stereovisionkamera und eine Kamera mit einem PMD-Sensor sind insofern besonders vorteilhaft, als dass damit besonders gut dreidimensionale Informationen erhalten werden können, was beispielsweise hinsichtlich einer Füllstandbestimmung des Transportbehälters vorteilhaft ist. PMD-Sensoren ermöglichen ferner eine effiziente Fremdlichtunterdrückung, wodurch die Sensoreinrichtung einem breiteren Einsatzspektrum zugeführt werden kann.

[0023] Auch die konkrete bauliche Ausgestaltung und Anordnung der Sensoreinrichtung kann variieren. Grundsätzlich

ist es möglich, die Sensoreinrichtung vollständig oder zumindest teilweise auf Seiten des Transportbehälters anzuordnen. In diesem Fall ermittelt die Sensoreinrichtung ausgehend von der Position des Transportfahrzeuges somit die Relativposition der Fräsvorrichtung beziehungsweise der Abwurfeinrichtung der Fördereinrichtung. Besonders bevorzugt ist die Sensoreinrichtung allerdings auf Seiten der Fräsvorrichtung angeordnet, sodass nicht die einzelnen Transportfahrzeuge mit entsprechenden Komponenten der Sensoreinrichtung ausgestattet werden müssen. Auf Seiten der Fräsvorrichtung bezeichnet somit eine Anordnung an der Fräsvorrichtung oder zumindest an einem mit der Fräsvorrichtung mitbewegten Element. Da die Transportbehälter in der Regel von oben beladen werden, ist es besonders sinnvoll, die Sensoreinrichtung in der Weise anzuordnen, dass sie einerseits die Abmessungen des Transportbehältnisses und aber auch idealerweise ihren Füllstand bestimmen kann. Die Sensoreinrichtung ist dazu zumindest teilweise in Vertikalrichtung höherliegend als das Transportbehältnis und insbesondere als die von der Fördereinrichtung zu überwindende Oberkante des Transportbehältnisses angeordnet. Im Einzelnen gelingt eine derartige Anordnung der Sensoreinrichtung besonders gut an der Fördereinrichtung der Fräsvorrichtung, die vorzugsweise ein Förderband und einen Tragrahmen umfasst. Förderband und Tragrahmen bilden somit eine Funktionseinheit, die an der Fräsvorrichtung häufig schräg nach oben weisend angeordnet ist und den oberen Rand des Transportbehältnisses in der Regel überragt. Für diese Ausführungsform ist es besonders geeignet, wenn die Sensoreinrichtung am Tragrahmen, insbesondere im oberen Endbereich des Tragrahmens angeordnet ist. Der Tragrahmen umfasst dabei sowohl unmittelbar das Förderband tragende Elemente als beispielsweise auch Verkleidungsteile, Querstreben, etc. Der obere Endbereich ist in Bezug auf die Maximallängs-
streckung des Förderbandes das in Vertikalrichtung oben liegende Drittel. Die Sensoreinrichtung ist idealerweise möglichst hochliegend am Tragrahmen angeordnet, um einen möglichst ausfüllenden Blickwinkel in den Transportbehälter zu erreichen. Die Sensoreinrichtung ist ferner bevorzugt als baulich eigenständiges Modul mit einem eigenen Gehäuse ausgeführt, um beispielsweise auch zum Nachrüsten geeignet zu sein. Grundsätzlich kann die Sensoreinrichtung aber auch in Komponenten der Fräsvorrichtung integriert ausgebildet sein.

[0024] Neben der Entlastung des Maschinenführers von der permanenten Prüfung, ob sich ein Transportbehälter innerhalb des Beladebereichs befindet, ist es weiter vorteilhaft, wenn die Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gleichzeitig auch in gewisser Weise Einfluss auf die Relativpositionierung des Transportfahrzeuges im Verhältnis zur Fräsvorrichtung nehmen kann. Dazu kann in einer bevorzugten Ausführungsform beispielsweise eine von der Steuereinheit betätigte Signaleinrichtung vorhanden sein, die zur Anzeige wenigstens der drei Steuerfunktionen "vorwärts fahren", "stopp" und "abfahren" ausgebildet ist. Die Signaleinrichtung hat im Wesentlichen die Aufgabe, dem Fahrer des Transportfahrzeuges unabhängig von der Betätigung durch den Maschinenführer der Fräsvorrichtung zu signalisieren, ob er während des Beladungsvorgangs beziehungsweise während des Fräsbetriebes der Fräsvorrichtung anhalten soll, ein Stück vorfahren soll oder, für den Fall, dass der Transportbehälter seine Sollfüllung erreicht hat, abfahren soll. Die Signaleinrichtung ist dazu vorzugsweise an der Fräsvorrichtung, insbesondere an einem dem Transportfahrzeug zugewandten Teil der Fräsvorrichtung, angeordnet. Gemäß alternativer Ausführungsformen ist allerdings auch eine mobile Signaleinrichtung möglich, die beispielsweise im Bereich des Fahrers des Transportfahrzeuges für den Beladungsvorgang angehängt werden kann, oder eine umfangreichere Systemlösung, die beispielsweise fest integrierte Signaleinrichtungen auf Seiten des Transportfahrzeuges und/oder der Fräsvorrichtung aufweist, die automatisch, beispielsweise via Funk, in Verbindung mit der üblicherweise an der Fräsvorrichtung angeordneten Steuereinheit treten. Zur Signalisierung kann die Signaleinrichtung grundsätzlich auf all das zurückgreifen, was zu diesem Zwecke geeignet ist. Idealerweise umfasst die Signaleinrichtung zur Anzeige der wenigstens drei Steuerfunktionen ein optisches und/oder akustisches Anzeigeelement. Ein optisches Anzeigeelement kann beispielsweise ein Leuchttabelleau, ein Bildschirm oder Ähnliches sein, über das, vergleichbar mit einer Ampel, verschiedene Kommandosymbole optisch angezeigt werden können. Bei dem akustischen Anzeigeelement kann es sich beispielsweise um eine Hupe handeln, wobei hier in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform auf die bereits in einer gattungsgemäßen Fräsvorrichtung standardmäßig vorhandene Hupe von der Steuereinheit zurückgegriffen wird. Für jedes Kommando kann dabei eine bestimmte Hupfolge etc. vorgesehen sein.

[0025] Wie vorstehend bereits erwähnt, treten im praktischen Einsatz Fälle auf, in denen die Sensoreinrichtung nicht zu jeder Beladeposition des Transportfahrzeugs relativ zur Fräsvorrichtung den vollständigen Transportbehälter und insbesondere die vollständige umlaufende Oberkante des Transportbehälters erfasst oder erfassen kann. Die Sensoreinrichtung registriert vielmehr, ob der Beladebereich zumindest in einem Teil des Transportbehälters liegt. Die Sensoreinrichtung stellt in diesem Fall vorzugsweise ferner fest, in welche Richtung der Transportbehälter (beispielsweise nach vorne oder nach hinten) verläuft beziehungsweise in welche Richtung dieser sich erstreckt. Diese Frage ist insofern relevant, als dass dadurch ermittelt werden kann, ob sich der Beladebereich mit dem vorderen oder mit dem hinteren Bereich des Transportbehälters deckt. Die Beurteilung der Frage, inwieweit der Transportbehälter seine Sollbefüllung erreicht hat, hängt jedoch mit der Gesamtbefüllung des Transportbehälters zusammen. Hier ist mit anderen Worten auch der im jeweiligen Moment von der Sensoreinrichtung nicht erfasste Teil des Transportbehälters mit zu berücksichtigen. Erfindungsgemäß ist es in Situation vorgesehen, dass die Steuereinheit ein Speicherelement, insbesondere in Form eines rollierenden Speichers, umfasst, wobei das Speicherelement zum Speichern der von der Sensoreinrichtung ermittelten Daten ausgebildet ist und in Bezug auf den jeweiligen Teilabschnitt eines Transportbehälters den jeweils

aktuellsten Datensatz hinterlegt. Bezogen auf den gesamten Transportbehälter legt die Steuereinheit somit eine Historie über die von der Sensoreinrichtung zu den einzelnen Teilbereichen erfassten Daten an. Dadurch, dass sich die Fräsvorrichtung während des Beladungsvorgangs dem zunächst maximal beabstandeten Transportfahrzeug bis zu einem Minimalabstand annähert und die Sensoreinrichtung zumindest in der Weise angeordnet ist, dass sie über diesen Annäherungsvorgang hinweg den Transportbehälter beziehungsweise dessen Oberkante vollständig erfassen kann, ist es möglich, dass mit der Sensoreinrichtung und dem Anlegen einer Historie die vollständige Erfassung des Transportbehälters beziehungsweise zumindest der vollständigen umlaufenden Oberkante des Transportbehälters und der Gesamtbefüllungsgrad des Transportbehälters ermittelt werden kann, obwohl die Sensoreinrichtung jeweils nur einen Teilbereich des Transportbehälters aktuell erfasst. Ein rollierender Speicher, bei dem die für den jeweiligen Teilabschnitt des Transportbehälters jeweils aktuellsten Daten hinterlegt werden und die älteren Daten entsprechend verworfen werden, ist insofern von Vorteil, als dass er lediglich eine vergleichsweise geringe Speicherkapazität erfordert.

[0026] Die vorliegende Vorrichtung entlastet den Führer der Fräsvorrichtung insofern, als dass sie Kontrollaufgaben hinsichtlich der Positionierung des Transportfahrzeuges in Relation zur Fräsvorrichtung übernimmt. Dieser entsprechend automatisierte Vorgang sollte vorzugsweise aus Sicherheitsgründen jedoch jederzeit vom Bediener der Fräsvorrichtung manuell außer Kraft gesetzt werden können. Vorzugsweise ist somit eine Betätigungseinrichtung mit einem Betätigungsmittel vorhanden, das in Reichweite eines Bedieners an der Fräsvorrichtung angeordnet ist, wobei die Betätigungseinrichtung in der Weise ausgebildet ist, dass Steuerbefehle, insbesondere zur Aktivierung und Deaktivierung der Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs, über das Betätigungsmittel eingebbar und über die Betätigungseinrichtung an die Steuereinrichtung übertragbar sind. Der Maschinenführer der Fräsvorrichtung ist somit nicht zwingend auf die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung eines Befüllungsvorgangs angewiesen, sondern kann manuelle Eingaben vornehmen, die priorisiert gegenüber den automatischen Steuerbefehlen der Steuereinheit sind.

[0027] Die Erfindung betrifft schließlich auch eine Fräsmaschine, insbesondere Straßenfräse oder Vorrichtung zum Abbau von Bodenmaterial, ganz besonders mit einer in Arbeitsrichtung vorstehenden Transporteinrichtung, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0028] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in den Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1a und 1b Seitenansicht und Draufsicht auf eine Fräsvorrichtung und ein Transportfahrzeug;
- Fig. 2a und 2b Seitenansicht und Draufsicht auf die Fräsvorrichtung aus den Figuren 1 a und 1 b mit Sensoreinrichtung;
- Fig. 3a, 3b und 3c Draufsichten zum Ablauf des Beladungsvorgangs;
- Fig. 4 Veranschaulichung der Teilerfassung des Transportbehälters durch die Sensoreinrichtung;
- Fig. 5a und 5b Regelvorgänge durch die Steuereinheit in Seitenansicht und Draufsicht;
- Fig. 6 Schema zur Funktionsweise der Steuereinheit; und
- Fig. 7 Ablaufdiagramm zur Steuerung eines Beladungsvorgangs.

[0029] Gleiche Bauteile sind nachstehend mit gleichen Bezugszeichen angegeben.

[0030] Die Figuren 1 a und 1 b veranschaulichen eine typische Arbeitssituation einer Fräsvorrichtung 1 in Seitenansicht (Fig. 1a) und in Draufsicht (Fig. 1b). Die Fräsvorrichtung 1 fräst dabei im Fräsbetrieb Bodenmaterial in der jeweils eingestellten Frästiefe FT ab und fördert dieses Fräsgut (abgefrästes Bodenmaterial) in den Transportbehälter 3 eines Transportfahrzeugs 2 (konkret ein Sattelzug). Die Fräsvorrichtung 1 umfasst dazu einen Maschinenrahmen 4, ein Fahrwerk 5 (umfassend insgesamt vier einzelne Hubsäulen mit Raupengondeln), einen Bedienarbeitsplatz 6 und ein in einem Fräswalzenkasten 7 gelagerten Fräsrotor 8, der sich quer zur Arbeitsrichtung a der Fräsvorrichtung 1 liegend über den abzufräsenden Boden 9 bewegt. Das Fräsgut wird über eine als Förderband 10 ausgebildete Fördereinrichtung von der Fräsvorrichtung 1 zum Transportfahrzeug 2 hin transportiert. Das Förderband 10 verläuft beim vorliegenden Ausführungsbeispiel nach vorn beziehungsweise in Arbeitsrichtung a und steht schräg nach vorn und in Vertikalrichtung nach oben gerichtet vom Maschinenrahmen 4 der Fräsvorrichtung 1 ab. Der Förderweg des Fräsguts in der Fördereinrichtung ist in Fig. 1a mit den gepunkteten Pfeilen angegeben. Am oberen Ende 11 des Förderbandes 10 wird das Fräsgut ausgeworfen und landet im Transportbehälter 3. Sobald der Transportbehälter 3 seine Sollbefüllung erreicht hat, fährt das Transportfahrzeug 2 von der Fräsvorrichtung 1 weg und wird beispielsweise durch ein weiteres Transportfahrzeug 2 mit leerem Transportbehälter 3 zur Fortsetzung der Fräsarbeiten ersetzt. Der Transportbehälter 3 wird vorliegend somit von oben durch das vom Förderband 10 ausgeworfene Fräsgut beladen. Der Transportbehälter 3 weist dabei eine Vorder- und eine Rückwand und entsprechende Seitenwände sowie einen Boden auf und hat insgesamt eine im Wesentlichen kastenförmige Erscheinung. Der Aufnahmeraum des Transportbehälters 3 ist nach oben durch eine umlaufende Oberkante 12 begrenzt.

[0031] Im praktischen Einsatz bewegt sich die Fräsvorrichtung 1 im Fräsbetrieb mit nahezu konstanter Geschwindigkeit allerdings vergleichsweise langsam in Arbeitsrichtung a fort. Das Transportfahrzeug 2 bewegt sich dagegen nicht in gleicher Geschwindigkeit mit, sondern intervallartig beziehungsweise im Stopp-and-Go-Betrieb, da eine kontinuierliche

Vorwärtsfahrt im Tempo der Fräsvorrichtung starke Verschleißerscheinungen beim Transportfahrzeug 2 zur Folge hätte. Bei der in Arbeitsrichtung a nach vorn abladenden Fräsvorrichtung 1 steht das Transportfahrzeug zunächst mit dem Abstand ΔA_{\max} , vorliegend gemessen in Arbeitsrichtung a als der Abstand zwischen dem Maschinenrahmen 4 und der Hinterseite des Transportbehälters 3, in Arbeitsrichtung a vor der Fräsvorrichtung 1. Während des Fräsbetriebs bewegt sich die Fräsvorrichtung 1 zunächst auf das Transportfahrzeug 2 in Arbeitsrichtung a zu, bis der Minimalabstand ΔA_{\min} (Fig. 1 b) erreicht wird. Um eine Kollision beider Fahrzeuge oder ein Abwerfen des Fräsgutes über den vorderen Rand des Transportbehälters hinaus zu verhindern, fährt das Transportfahrzeug 2 bei Erreichen des Minimalabstands ΔA_{\min} anschließend wieder vor und bleibt stehen, sobald der Ausgangsmaximalabstand ΔM_{\max} zur Fräsvorrichtung 1 wieder erreicht ist. Relativ gesehen vergrößert und verkleinert sich der Abstand zwischen der Fräsvorrichtung 1 und dem Transportfahrzeug 2 somit in der Regel mehrfach zwischen ΔA_{\max} und ΔA_{\min} während eines Beladungsvorgangs. Der Minimalabstand ΔA_{\min} und der Maximalabstand ΔA_{\max} sind dabei so bemessen, dass einerseits keine Kollision zwischen beiden Fahrzeugen stattfindet und gleichzeitig das Fräsgut möglichst vollständig und über die gesamte Länge des Transportbehälters 3 verteilt in den Transportbehälter 3 (über die Oberkante 12) abgeworfen wird.

[0032] Bisher war es zur Koordination dieser Relativbewegung beider Fahrzeuge zueinander erforderlich, dass der Maschinenführer der Fräsvorrichtung 1 dem Fahrer des Transportfahrzeugs 2 jeweils signalisierte, wenn der Minimalabstand ΔA_{\min} erreicht worden ist und das Transportfahrzeug 2 in Bewegung gesetzt werden soll, wenn der Maximalabstand ΔA_{\max} erreicht ist und das Transportfahrzeug 2 stoppen soll, und schließlich wenn der Transportbehälter 3 seine Sollbefüllung erreicht hat und nicht mehr weiter beladen werden soll, so dass das Transportfahrzeug 2 abfahren kann. Gleichzeitig musste der Maschinenführer der Fräsvorrichtung 1 den Fräsvorgang an sich beobachten und steuern, so dass der Maschinenführer der Fräsvorrichtung 1 mit einer Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben befasst war und entsprechend hohe Anforderungen an ihn gestellt wurden.

[0033] Zur Entlastung des Maschinenführers der Fräsvorrichtung 1 ist erfindungsgemäß nun eine Sensoreinrichtung vorgesehen, mit deren Hilfe der Maschinenführer wesentlich von der Beobachtung und steten Einweisung des Transportfahrzeugs 2 über den Fräsbetrieb hinweg entlastet wird. Die Funktionsweise und die konkrete Anordnung der Sensoreinrichtung wird anhand der in den nachstehenden Figuren angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0034] Gemäß dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 2a und 2b umfasst die Sensoreinrichtung eine Sensorkamera 13 zur Erfassung von 3D- beziehungsweise räumlichen Informationen (konkret eine Stereovision-Kamera), die im oberen Endbereich des Förderbandes 10 mit Blickrichtung zum Transportfahrzeug 3 angeordnet ist. Die Sensorkamera 13 ist dabei so hoch angeordnet, dass sie oberhalb der Oberkante 12 des Transportbehälters 3 positioniert ist. Die Sensorkamera 13 ist am Förderband 10 somit in der Weise ausgerichtet, dass sie mit ihrem Erfassungsfeld in die Befüllöffnung des Transportbehälters 3 (begrenzt durch die Oberkante 12) hinein ausgerichtet ist. Das Erfassungsfeld ist dabei der Bereich, der von der Sensorkamera 13 erfasst wird. Der Erfassungskegel 14 der Sensorkamera 13 ist in den Figuren 2a und 2b mit dem gepunkteten, grau unterlegten Kegel angegeben. Die Sensorkamera 13 ist dabei insbesondere in der Lage, zumindest teilweise die Oberkante 12 des Transportbehälters 3 zu erfassen beziehungsweise von der Umgebung zu unterscheiden und somit deren Relativposition zur Fräsvorrichtung 1 festzustellen und zu verfolgen. Gleichzeitig kann beim vorliegenden Ausführungsbeispiel durch die spezielle Ausrichtung der Sensorkamera 13 zumindest in einem Teilbereich der Innenraum des Transportbehälters 3 erfasst werden, wodurch auch der aktuelle Füllstand mit Fräsgut im Transportbehälter 3 ermittelbar ist. Dabei erfasst die Sensorkamera 13 mit ihrem Erfassungskegel 14 nicht die vollständige Oberkante 12 des Transportbehälters 3 und auch nicht den vollständigen Aufnahmeraum des Transportbehälters 3 sondern, je nach Abstand der Fräsvorrichtung 1 vom Transportfahrzeug 2, jeweils einen Teilbereich.

[0035] Die Sensorkamera 13 ist mit einer Steuereinheit 15 verbunden, wie es in Fig. 2a exemplarisch durch die gestrichelte Verbindungsleitung 15' angegeben ist. Die Steuereinheit 15 empfängt die von der Sensorkamera 13 ermittelten Daten und bestimmt daraus in nachstehend noch näher beschriebener Weise den Gesamtfüllzustand des Transportbehälters 3. Darüber hinaus koordiniert die Steuereinheit 15 in der vorliegenden Ausführungsform die Positionierung des Transportfahrzeugs 2 relativ zur Fräsvorrichtung 1 und steuert dazu eine Anzeigevorrichtung 16 in Abhängigkeit vom Relativabstand des Transportfahrzeugs 2 zur Fräsvorrichtung 1. Die Funktionsweise der Anzeigeeinrichtung 16 ist nachstehend in Fig. 6 weiter erläutert.

[0036] Die Figuren 3a, 3b und 3c veranschaulichen die Funktionsweise der vorliegenden Vorrichtung zur Kontrolle des Beladungsvorgangs aus den Figuren 2a und 2b weiter, wobei Fig. 3a den Maximalabstand ΔA_{\max} zwischen Fräsvorrichtung 1 und Transportfahrzeug 2 und Fig. 3b den Minimalabstand ΔA_{\min} in jeweils der Draufsicht angeben. Fig. 3c schließlich betrifft den Fall, in dem das Transportfahrzeug 2 noch nicht beziehungsweise nicht mehr innerhalb des Beladebereichs 17 der Fräsvorrichtung 1 ist. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist die Steuereinheit 15 in den Figuren 3a bis 3c nicht angegeben.

[0037] Der Beladebereich 17 ist dabei derjenige Bereich auf Höhe der Oberkante 12 des Transportbehälters 3, innerhalb dessen das Fräsgut von dem Förderband 10 in den Transportbehälter 3 hineinfällt. Der Beladebereich 17 gibt mit anderen Worten den Bereich an, in den das vom Förderband 10 kommende Fräsgut in den durch die Oberkante 12 zu den Seiten begrenzten Aufnahmebereich des Transportbehälters 3 eintritt. Nur wenn zumindest ein Teil des Transportbehälters 3 im Beladebereich 17 ist beziehungsweise wenn der Beladebereich vollständig in Horizontalrichtung innerhalb

der Außenkanten 12 des Transportbehälters 3 ist, fällt das Fräsgut vom Förderband 10 vollständig in den Transportbehälter 3. Mit der Änderung des Relativabstands zwischen der Fräsvorrichtung 1 und dem Transportfahrzeug 2 verschiebt sich auch der Beladebereich 17 im Verhältnis zum Transportfahrzeug 2 und insbesondere zum Transportbehälter 3. Um einen möglichst vollständigen Materialübertrag des Fräsguts von Förderband 10 in den Transportbehälter 3 hinein zu ermöglichen, sollte sich der Beladebereich 17 idealerweise im Bereich des Transportbehälters 3 befinden, da andernfalls Fräsgut neben den Transportbehälter 3 fällt.

[0038] Fig. 3a gibt den Maximalabstand der nach vorne verladenden Fräsvorrichtung 1 an. Dieser ist letztendlich definiert durch die Oberkante 12 der Hinterwand 18 des Transportbehälters 3 und deren Abstand zum Maschinenrahmen 4 der Fräsvorrichtung 1. Vergrößert sich der Abstand zwischen der Fräsvorrichtung 1 und dem Transportfahrzeug 2 weiter, fällt Fräsgut neben den Transportbehälter 3 hinter das Transportfahrzeug 2. Der Minimalabstand ΔA_{\min} wird dann erreicht, wenn die Fräsvorrichtung 1 soweit an das Transportfahrzeug herangefahren ist, dass die Oberkante 12 der Vorderwand 19 des Transportbehälters an den Beladebereich 17 angrenzt (so dass das Fräsgut gerade noch vollständig in den Transportbehälter 3 hinfällt) oder die Fräsvorrichtung 1 so nah an das Transportfahrzeug 2 herangefahren ist, dass gerade noch keine Kollision zwischen beiden Fahrzeugen vorliegt. Es versteht sich dabei von selbst, dass die Lage des Beladebereichs im praktischen Einsatz nicht zwingend unterhalb des Förderbandes liegt, sondern beispielsweise auch in Abwurfrichtung nach vorn versetzt sein kann. Beim Einsatz der in den Figuren 2a und 2b angegebenen Vorrichtung mit der Sensorkamera 13, der Steuereinheit 15 und der Anzeigeeinrichtung 16 (in den Figuren 3a bis 3c nicht separat angegeben) ergibt es sich, dass die Fräsvorrichtung 1 relativ zum Transportfahrzeug 2 für eine vollständige Beladung zwischen dem Maximalabstand ΔA_{\max} und dem Minimalabstand ΔA_{\min} pendelt, da sich das Transportfahrzeug 2 aus den vorstehend genannten Gründen nicht gleichförmig mit der gleichmäßig in Arbeitsrichtung a arbeitenden Fräsvorrichtung 1 mitbewegt. Das intervallartige Vorfahren des Transportfahrzeugs 2, ausgelöst durch das Erreichen des Minimalabstandes ΔA_{\min} , bis zum Maximalabstand ΔA_{\max} wird dabei durch die von der Steuereinheit 15 gesteuerten Anzeigeeinrichtung 16 koordiniert, sodass der Maschinenführer der Fräsvorrichtung 1 nicht mehr auf eine angemessene Beabstandung zwischen beiden Fahrzeugen im Arbeitsbetrieb achten muss. Fig. 3c schließlich gibt den Fall an, in dem das Transportfahrzeug 2 zu weit von der Fräsvorrichtung 1 entfernt ist beziehungsweise mit anderen Worten noch kein Transportbehälter 3 im Beladebereich 17 von der Sensorkamera 13 erfasst wird. In diesem Fall ist die Steuereinheit 15 in der Weise ausgebildet, dass der Beladungsvorgang nicht automatisch gestartet wird und vielmehr im konkreten Ausführungsbeispiel eine Warnmeldung an den Maschinenführer ausgegeben wird. Allerdings ist die Steuerung der Fräsvorrichtung 1 in der Weise ausgebildet, dass der Maschinenführer den Betrieb des Förderbandes 10 auch ohne Anwesenheit eines Transportbehälters 3 im Beladebereich 17 manuell starten kann. Der Beladebereich 17 kann ferner in seiner Größe variieren und an die individuellen Verhältnisse angepasst werden. Wichtig ist, dass der Beladebereich 17 eine zum Rand der Transportbehälters 3 beabstandete, vorzugsweise in Arbeitsrichtung a mittige, Beladung gewährleistet, so dass die Randverteilung des Fräsgutes im Transportbehälter 3 im Wesentlichen über Schwerkraft und Rieselverhalten erfolgt. Weitere Einzelheiten zum Zusammenspiel zwischen der Sensorkamera 13, der Steuereinheit 15 und der Anzeigeeinrichtung 16 werden nachstehend in der Fig. 6 weiter angegeben.

[0039] Fig. 4 verdeutlicht die Funktionsweise zur Ermittlung des Gesamtfüllzustandes des Transportbehälters 3 für den Fall, dass die Sensoreinrichtung, konkret die Sensorkamera 13, nicht den Transportbehälter 3 insgesamt erfasst, sondern vielmehr lediglich jeweils einen Teilausschnitt. Der Transportbehälter 3 ist dazu in die vier Teilbereiche 20a bis 20d virtuell untergliedert, wobei alternativ beispielsweise auch Markierungen an der Oberkante 12 des Transportbehälters 3 zur Abgrenzung der Teilbereiche 20a bis 20d und Erfassung durch die Sensorkamera 13 vorhanden sein können. Es versteht sich von selbst, dass die Untergliederung auch wesentlich feiner und sogar teilweise überlappend erfolgen kann. Die Sensorkamera 13 ist in der Weise ausgebildet, dass sie jeweils einen Teilabschnitt 20a, 20b, 20c oder 20d beim Heranfahren der Fräsvorrichtung 1 an das Transportfahrzeug 2 in Arbeitsrichtung a erfasst, wobei die einzelnen Teilbereiche vorliegend in der Reihenfolge 20a, 20b, 20c, 20d beim Annähern an das Transportfahrzeug 2 überfahren werden. Fährt das Transportfahrzeug 2 relativ zur Fräsvorrichtung anschließend bis zum Maximalabstand ΔA_{\max} vor, erfolgt die Erfassung der Teilbereiche 20a bis 20d entsprechend in umgekehrter Reihenfolge. Bei der Erfassung des Teilbereiches 20d ist der Minimalabstand ΔA_{\min} zwischen der Fräsvorrichtung 1 und dem Transportfahrzeug 2 erreicht. Sobald die Sensorkamera 13 einen Teilbereich 20a, 20b, 20c oder 20d erfasst hat, hinterlegt sie den jeweils für einen der Teilbereiche 20a bis 20d ermittelten Füllzustand des Transportbehälters für diesen Teilbereich in einem Speicher der Steuereinheit 15. Wird ein Teilbereich mehrfach von der Sensorkamera 13 überwacht, wird im Speicher der jeweils aktuellste Datensatz hinterlegt. Die Steuereinheit 15 ist nun in der Weise ausgebildet, dass sie auf einen jeweils aktuellen ermittelten Datensatz für einen Teilbereich (beispielsweise Teilbereich 20a) und für die übrigen Teilbereiche (in diesem Fall beispielsweise Teilbereiche 20b, 20c und 20d) auf abgespeicherte Füllzustände zurückgreift und aus diesen Werten den Gesamtfüllzustand des Transportbehälters 3 ermittelt. Damit ist es möglich, den Gesamtfüllzustand des Transportbehälters 3 in ausreichender Weise zu überwachen, obwohl die entsprechende Sensoreinrichtung, konkret die Sensorkamera 13, jeweils nur einen Teilausschnitt des Transportbehälters 3 zur Füllstandbestimmung einsieht.

[0040] Die Figuren 5a und 5b betreffen ein weiterentwickeltes Ausführungsbeispiel der Steuereinheit 15. Die Steuereinheit 15 der Figuren 5a und 5b ist nicht nur zur Auswertung der von der Sensorkamera 13 ermittelten Daten ausgebildet,

sondern gleichzeitig zur Steuerung bestimmter Maschinenfunktionen. Dies ist in Fig. 5a durch die Verbindung der Steuereinheit 15 mit einer Maschinensteuerung 21 veranschaulicht. Die Maschinensteuerung 21 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel im Wesentlichen zur Steuerung von Funktionen hinsichtlich der Lageausrichtung und der Transportgeschwindigkeit des Förderbandes 10 ausgebildet. So ist es mit der Maschinensteuerung 21 beispielsweise möglich, die Seitenauslenkung α (Fig. 5b; Auslenkung in der Horizontalebene), die Vertikalauslenkung β (Auslenkung in der Vertikalebene) sowie die Abwurfweite w durch eine Regulation der Förder- beziehungsweise Umlaufgeschwindigkeit des Förderbandes 10 zu variieren, wobei für die jeweiligen Anwendungen entsprechende von der Maschinensteuerung 21 angesteuerte Aktuatoren vorhanden sind, die die Verstellung der jeweiligen Betriebsgrößen steuern. Der Winkel α als Seitenverstellwinkel ergibt sich dabei aus der Verstellung der Längserstreckung des Förderbandes in der Horizontalebene im Verhältnis zur Längserstreckung des Förderbandes 10 in Arbeitrichtung a . Der Winkel β , als Maß für die Vertikalverstellung, gibt dagegen den Absenk- beziehungsweise Anstellwinkels des Förderbandes 10 beziehungsweise seiner Längserstreckung im Verhältnis zu einer vertikalen Senkrechten an. Für eine Verstellung des Winkels α wird das Förderband 10 entsprechend gemäß Pfeil b in Fig. 5b, für eine Verstellung des Winkels β wird das Förderband 10 dagegen gemäß Pfeil c in Fig. 5a verstellt. Die Regulation der Fördergeschwindigkeit des Förderbandes 10 führt im Endergebnis zu einer Verschiebung des Beladebereichs 17 beziehungsweise einer Änderung der jeweiligen Abwurfweite, wie es in Fig. 5a durch die Abwurfweiten w_1 bis w_3 angegeben ist. Die Abwurfweite w_1 ergibt sich dabei bei einer vergleichsweise niedrigen und die weiteren Abwurfweiten w_2 und w_3 bei jeweils höheren Umlaufgeschwindigkeiten des Förderbandes 10.

[0041] Fig. 6 gibt nun die Einbindung der Steuereinheit 15 aus den Figuren 5a und 5b in die Fräsvorrichtung 1 weiter im Detail an. Die Steuereinheit 15 erfasst somit zunächst die von der Sensorkamera 13 ermittelten Daten und überwacht auf Grundlage dieser Daten den Füllzustand des Transportbehälters 3. Die Steuereinheit 15 ist ferner mit der Maschinensteuerung 21 verbunden. Dabei erhält die Steuereinheit 15 einerseits Informationen von der Maschinensteuerung 21, beispielsweise hinsichtlich des aktuellen Betriebszustandes des Fräsrotors 8 (im Fräsbetrieb oder ausgeschaltet), hinsichtlich der Arbeits- beziehungsweise Fortbewegungsgeschwindigkeit der Fräsvorrichtung 1, hinsichtlich der Fördergeschwindigkeit des Förderbandes 10, etc. Dazu sind entsprechende Sensoren über die Maschinensteuerung 21 mit der Steuereinheit 15 verbunden, die in Fig. 6 mit dem Bezugszeichen 22 angedeutet sind. Auf Grundlage der von der Sensoreinrichtung 13 gelieferten Daten ermittelt die Steuereinheit 15, ob der Beladebereich 17 vollständig im Transportbehälter 3 liegt und, wenn ja, ob eine Regulation der Stellung des Förderbandes, beispielsweise durch die Ansteuerung der Aktuatoren 23 (für die Vertikalverstellung) und 24 (für die Horizontalverstellung) und/oder eine Regulation der Abwurfweite w über eine Steuerung der Umlaufgeschwindigkeit des Förderbandes (beispielsweise über eine Ansteuerung der Motorsteuerung 25 für die Antriebsrolle des Förderbandes) erforderlich ist.

[0042] Die Steuereinheit 15 koordiniert ferner die optische Anzeigeeinrichtung 16 und eine akustische Signaleinrichtung 26, um dem Fahrer des Transportfahrzeugs 2 die Kommandos "vorfahren", "anhalt" und "abfahren" in Abhängigkeit vom Abstand des Transportbehälters 3 zur Fräsvorrichtung 1 anzugeben. Sowohl die optische Anzeigeeinrichtung 16 als auch die akustische Anzeigeeinrichtung 26 können unabhängig voneinander betrieben werden und sind in der Lage, das Kommando "anhalt" 27, "vorwärts fahren" 28 und "abfahren" 29 automatisch in Abhängigkeit von den von der Sensoreinrichtung 13 ermittelten Ergebnissen hinsichtlich Lage und Füllzustand des Transportbehälters 3 ohne eigenes Zutun des Maschinenführers der Fräsvorrichtung 1 anzuzeigen.

[0043] Fig. 7 schließlich verdeutlicht die wesentlichen Schritte zur Durchführung des Verfahrens zur Steuerung eines Beladungsvorgangs des Transportbehälters 3 des Transportfahrzeugs 2 durch die Fräsvorrichtung 1 im Fräsbetrieb.

[0044] Im Schritt 30 erfolgt zunächst das Erfassen der Relativposition des Transportbehälters 3 im Beladebereich 17 der Fräsvorrichtung 1 mit Hilfe der Sensorkamera 13. In diesem Schritt ermittelt die Sensoreinrichtung 13 mit anderen Worten, ob der Beladebereich innerhalb des Transportbehälters 3 liegt und Fräsgut somit vollständig in den Transportbehälter 3 gefördert werden würde. Sobald die Steuereinheit 15 feststellt, dass sich der Beladebereich 17 innerhalb der Oberkante 12 des Transportbehälters 3 befindet, startet die Steuereinheit 15 den Beladungsvorgang durch das Inbetriebsetzen des Förderbandes 10 gemäß Schritt 31 und/oder zeigt, in einer alternativen Ausführungsform, dem Maschinenführer der Fräsvorrichtung an, dass mit dem Beladevorgang begonnen werden kann. Über den Beladungsvorgang hinweg überwacht die Steuereinheit 15 mit Hilfe der Sensorkamera 13 gemäß Schritt 32 die Relativposition des Transportbehälters und steuert den Beladungsvorgang in Abhängigkeit von der Relativposition des Transportbehälters 3. Die Steuerung des Beladungsvorgangs kann dabei zunächst in der Weise erfolgen, dass die Steuereinheit 15 das Förderband 10 automatisch abschaltet, sobald der Beladebereich 17 nicht mehr innerhalb der durch die Oberkante 12 umgrenzten Aufnahmeöffnung des Transportbehälters 3 ist oder dem Maschinenführer der Fräsvorrichtung ein entsprechendes Signal gibt. In einer alternativen weiter bevorzugten Ausführungsform umfasst das Steuern des Beladungsvorgangs gemäß Schritt 33 allerdings auch die Regulation weiterer Betriebsparameter, wie beispielsweise die Stellung des Förderbandes in der Horizontalebene und dessen Neigung sowie die Steuerung der Umlaufgeschwindigkeit des Förderbandes 10 zur Regulation der Abwurfweite des Fräsgutes beim Austritt aus dem Förderband 10. Sobald die Steuereinheit das Erreichen der Sollbefüllung des Transportbehälters feststellt, signalisiert sie dies vorzugsweise dem Maschinenführer der Fräsvorrichtung 1 und/oder, je nach Ausführungsform, stoppt den Beladungsvorgang gemäß Schritt 34 automatisch.

[0045] Parallel zu diesen Verfahrensschritten übernimmt die Steuereinheit 15 gleichzeitig im in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel die Steuerung der Signaleinrichtung 16 und/oder 26, wobei zunächst anschließend zum Schritt 30 das Erreichen des Minimalabstandes ΔA_{\min} gemäß Schritt 35 abgewartet wird. Die Steuereinheit 15 gibt dann über die Signaleinrichtung 26 und/oder 16 den Befehl "vorwärts fahren" 28 gemäß Schritt 36 aus, bis der Maximalabstand zwischen der Fräsvorrichtung 1 und dem Transportfahrzeug 2 ΔA_{\max} erreicht wird. Zu diesem Zeitpunkt signalisiert die Steuereinheit 15 im Schritt 37 "stopp" 27 und gibt dem Fahrer des Transportfahrzeugs 2 somit das Kommando zum Anhalten. Der Ablauf der Schritte 35 bis 37 kann sich mehrfach wiederholen, wie es in Fig. 7 durch die gestrichelte Linie angegeben ist. Sobald der Transportbehälter 3 seine Sollbefüllung erreicht hat, gibt die Steuereinheit 15 gemäß Schritt 38 über die Signaleinrichtungen 16 und/oder 26 das Kommando "abfahren" 29, um dem Fahrer des Transportfahrzeugs 2 den Abschluss des Befüllungsvorgangs zu signalisieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportbehälters (3) eines Transportfahrzeugs (2) durch eine Fräsvorrichtung (1) im Fräsbetrieb, wobei die Fräsvorrichtung (1) eine Fördereinrichtung (10) umfasst, über die während des Fräsbetriebs der Fräsvorrichtung (1) Fräsgut in den Transportbehälter (3) gefördert wird, und eine Steuereinheit (15), umfassend die Schritte:
 - a) Erfassen (30) der Relativposition des Transportbehälters (3) im Beladebereich (17) der Fräsvorrichtung (1) mit Hilfe einer Sensoreinrichtung (13);
 - b) Starten (31) des Beladungsvorgangs durch Inbetriebsetzen der Fördereinrichtung (10);
 - c) Überwachen (32) der Relativposition des Transportbehälters (3) mit Hilfe der Sensoreinrichtung (10); und
 - d) Ausgeben eines Signals, wenn eine Sollbefüllung des Transportbehälters (3) ermittelt wird und/oder sobald die Sensoreinrichtung ein Entfernen des Transportbehälters (3) aus dem Beladebereich (17) feststellt, insbesondere Stoppen (34) des Beladungsvorgangs.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Schritt c) die folgenden Verfahrensschritte ablaufen:
 - 1.) Erfassen wenigstens eines Teilbereiches (20a, 20b, 20c, 20d) des Transportbehälters (3), insbesondere eines Teils der Oberkante (12) des Transportbehälters (3), und Ermitteln des Füllzustandes in diesem Teilbereich (20a, 20b, 20c, 20d) des Transportbehälters (3);
 - 2.) Speichern des im Schritt 1.) erfassten Füllzustandes in dem wenigstens einen Teilbereich (20a, 20b, 20c, 20d);
 - 3.) Erfassen eines weiteren Teilbereiches (20a, 20b, 20c, 20d) des Transportbehälters (3), Ermitteln des Füllzustandes in diesem weiteren Teilbereich (20a, 20b, 20c, 20d) und Speichern des erfassten Füllzustandes des weiteren Teilbereiches (20a, 20b, 20c, 20d);
 - 4.) Bestimmen der Gesamtbefüllung mit Hilfe der in Schritt 3.) aktuell bestimmten und den in Schritt 2.) hinterlegten aktuellsten Daten;
 - 5.) Aktualisieren der Füllstände bereits erfasster Teilbereiche (20a, 20b, 20c, 20d) des Transportbehälters (3); und
 - 6.) Ermitteln des Befüllungsgrades des Transportbehälters auf Grundlage der in Bezug auf die einzelnen Teilbereiche des Transportbehälters jeweils aktuellsten Füllstände.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Schritt c) ein Steuern des Beladungsvorgangs erfolgt durch Erfassen der Abwurfbahn des von der Fördereinrichtung (10) in den Transportbehälter (3) abgeworfenen Fräsmaterials und wenigstens einen der Schritte
 - Regeln der Seitenauslenkung der Abwurfbahn relativ zum Transportbehälter (3) durch ein seitliches Verstellen der Fördereinrichtung (10); und
 - Regeln der Abwurfweite der Abwurfbahn, insbesondere durch ein Regulieren der Arbeitsgeschwindigkeit der Fördereinrichtung (10), durch eine Höhenverstellung der Fördereinrichtung (10) und/oder durch ein Verstellen des Lagewinkels der Fördereinrichtung (10).
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Steuereinheit (15) in Abhängigkeit vom Beladungsgrad des Transportbehälters und/oder vom Abstand zwischen der Fräsvorrichtung (1) und dem Transportfahrzeug (2) eine Signaleinrichtung (16) steuert, die zumindest jeweils ein Signal für die Anweisungen "vorwärts fahren" (28), "stoppen" (27) und "abfahren" (29) angibt.

- 5 5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (15) die Fahrbewegung des Transportfahrzeug (2) während des Beladungsvorgangs steuert.
- 10 6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (15) die Signaleinrichtung (16) oder das Transportfahrzeug (2) in Abhängigkeit von einem abwechselnden Erfassen der vorderen und der hinteren Oberkante (12) des Transportbehälters (3) steuert.
- 15 7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (15) wenigstens einen der folgenden Betriebsparameter der Fräsvorrichtung (1) zur Steuerung des Beladungsvorgangs mit berücksichtigt:
- 20 - Fahrgeschwindigkeit der Fräsvorrichtung (1) im Fräsbetrieb;
 - Aktivierung eines Fräsrotors (8);
 - Frästiefe eines Fräsrotors (8);
 - Betriebsstatus der Fördereinrichtung (10);
 - Fördergeschwindigkeit eines Förderbandes (10) der Fördereinrichtung;
 - Seitenverstellwinkel des Förderbandes (10); oder
 - 25 - Neigungswinkel des Förderbandes (10).
- 30 8. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs eines Transportbehälters (3) eines Transportfahrzeuges (2) durch eine Fräsvorrichtung (1) im Fräsbetrieb, wobei die Fräsvorrichtung (1) eine Fördereinrichtung (10) umfasst, über die während des Fräsbetriebs der Fräsvorrichtung (1) Fräsgut in den Transportbehälter (3) gefördert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine zur Erkennung der Relativposition des Transportbehälters (3) zur Fräsvorrichtung (1) ausgebildete Sensoreinrichtung aufweist, und dass sie eine Steuereinheit (15) umfasst, die auf Grundlage der von der Sensoreinrichtung erfassten Relativposition des Transportbehälters (3) zur Fräsvorrichtung (1) den Beladungsvorgang steuert.
- 35 9. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinrichtung zur Erfassung zumindest eines Teilbereiches (20a, 20b, 20c, 20d) der Oberkante (12) des Transportbehälters (3) ausgebildet ist.
- 40 10. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinrichtung eine Kameraeinrichtung (13) umfasst, die zur Erfassung von 3D-Informationen ausgebildet ist.
- 45 11. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kameraeinrichtung (13) eine elektrooptische Einrichtung mit einer Sensorkamera, insbesondere eine Stereovisionkamera (13) oder eine Sensorkamera mit einem PMD-Sensor, umfasst.
- 50 12. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fördereinrichtung ein Förderband (10) und einen Tragrahmen umfasst, und dass die Sensoreinrichtung am Tragrahmen, insbesondere im oberen Endbereich des Tragrahmens, angeordnet ist.
- 55 13. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine von der Steuereinheit (15) betätigte Signaleinrichtung vorhanden ist, die zur Ausgabe wenigstens der

drei Steuerfunktionen "vorwärts fahren" (28), "stopp" (27) und "abfahren" (29) ausgebildet ist.

14. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Signaleinrichtung zur Ausgabe der wenigstens drei Steuerfunktionen (27, 28, 29) ein optisches und/oder akustisches Ausgabeelement (16) umfasst.

15. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß einem der Ansprüche 8 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit (15) ein Speicherelement, insbesondere in Form eines rollierenden Speichers, umfasst, wobei das Speicherelement zum Speichern der von der Sensoreinrichtung ermittelten Daten ausgebildet ist und in Bezug auf den jeweiligen Teilabschnitt (20a, 20b, 20c, 20d) des Transportbehälters (3) den jeweils aktuellsten Datensatz hinterlegt.

16. Vorrichtung zur Steuerung eines Beladungsvorgangs gemäß einem der Ansprüche 8 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Betätigungseinrichtung vorhanden ist mit einem Betätigungsmittel, das in Reichweite eines Bedieners an der Fräsvorrichtung (1) angeordnet ist, wobei die Betätigungseinrichtung in der Weise ausgebildet ist, dass Steuerbefehle, insbesondere zur Aktivierung und Deaktivierung der Vorrichtung, über das Betätigungsmittel ein- gebbar und über die Betätigungseinrichtung an die Steuereinheit (15) übertragbar sind.

17. Fräsmaschine, insbesondere Straßenfräse oder Vorrichtung zum Abbau von Bodenmaterial, mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 16, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.

Fig. 2a

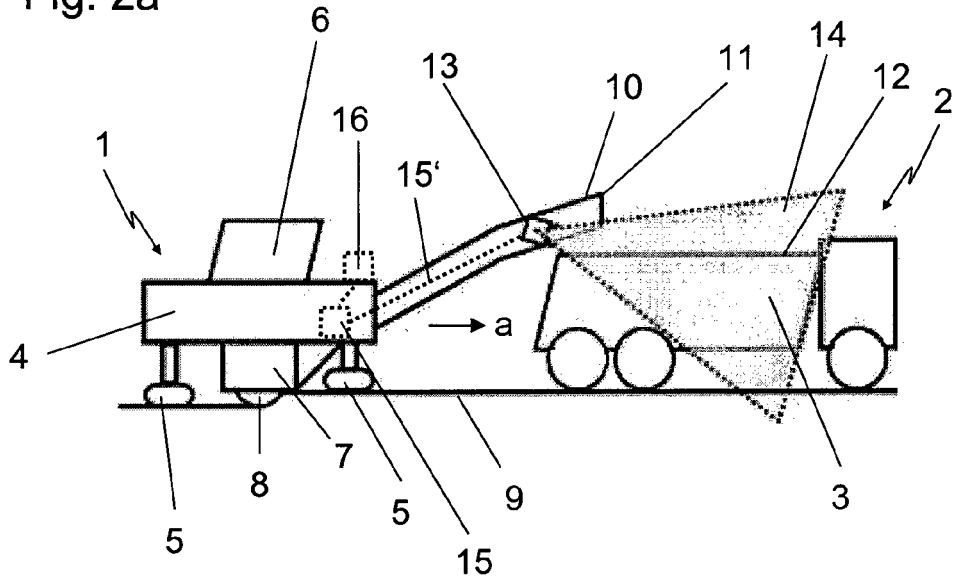
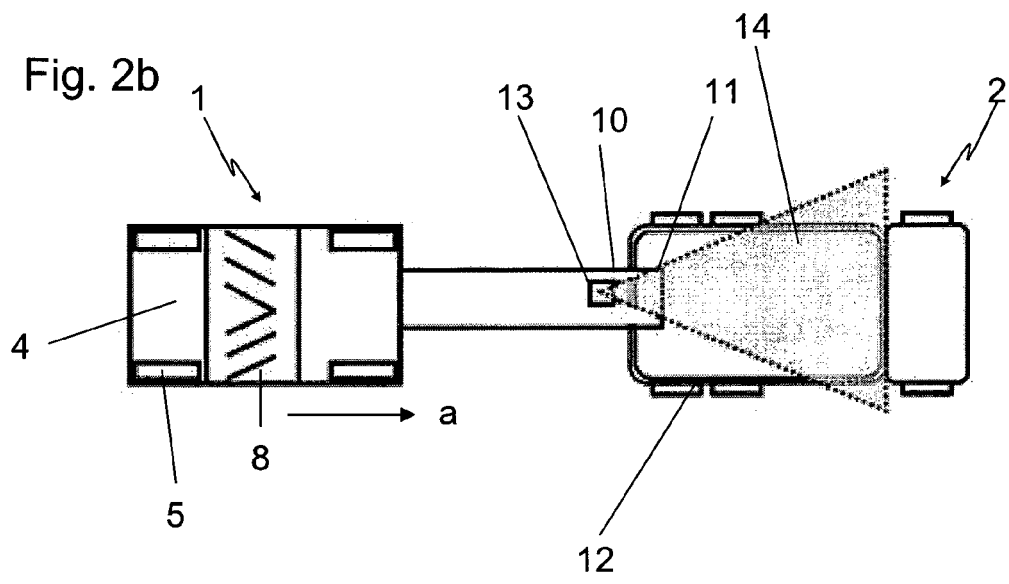


Fig. 2b



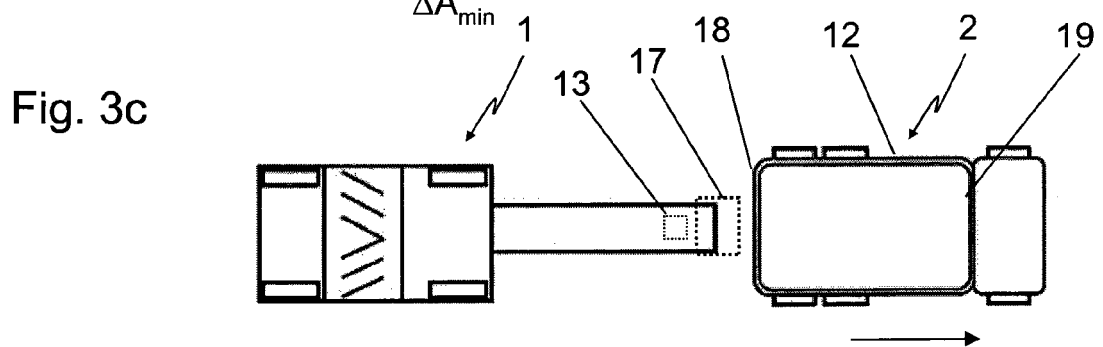
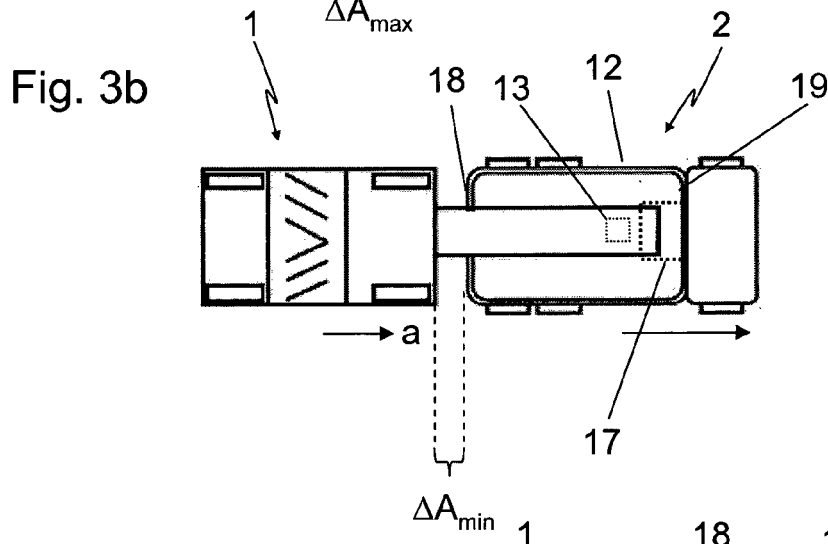
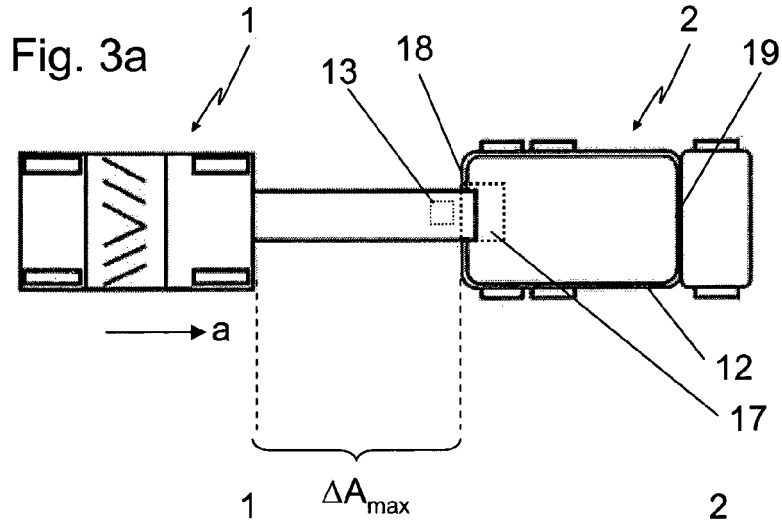


Fig. 4

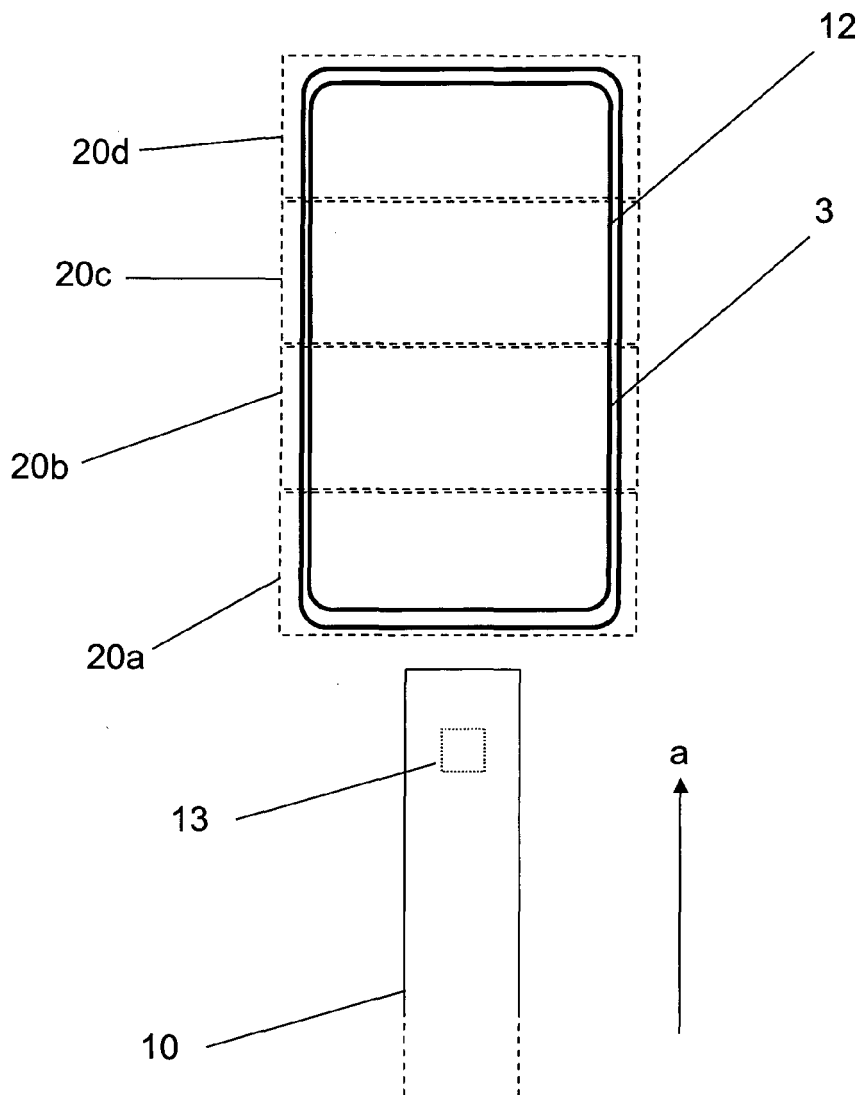


Fig. 5a

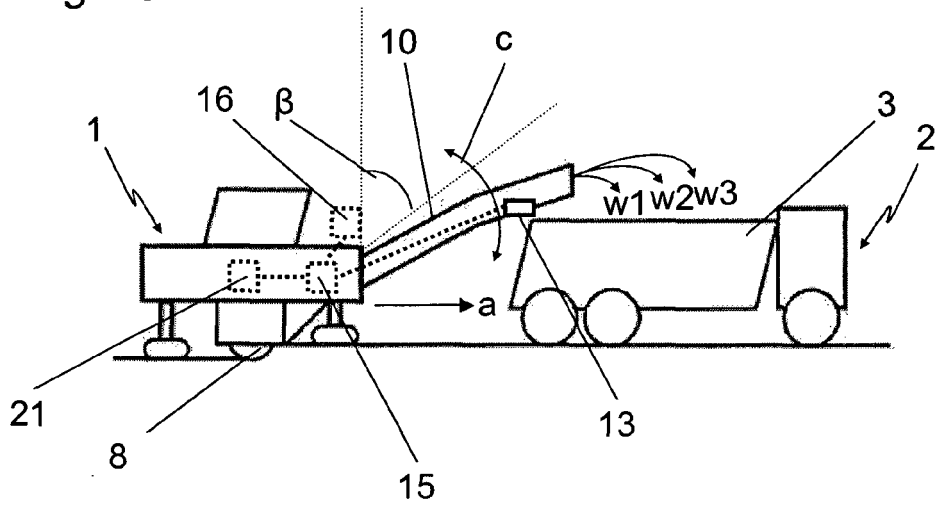


Fig. 5b

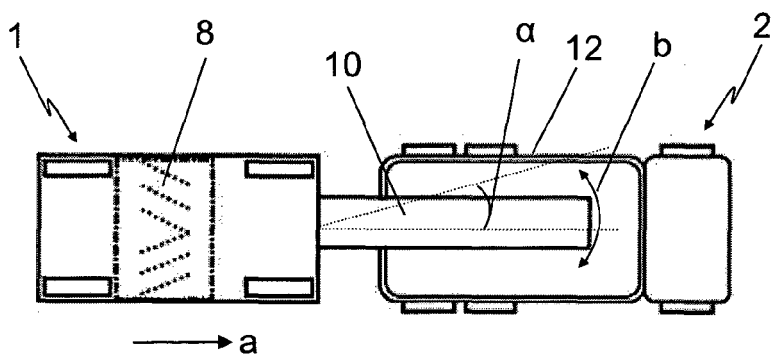


Fig. 6

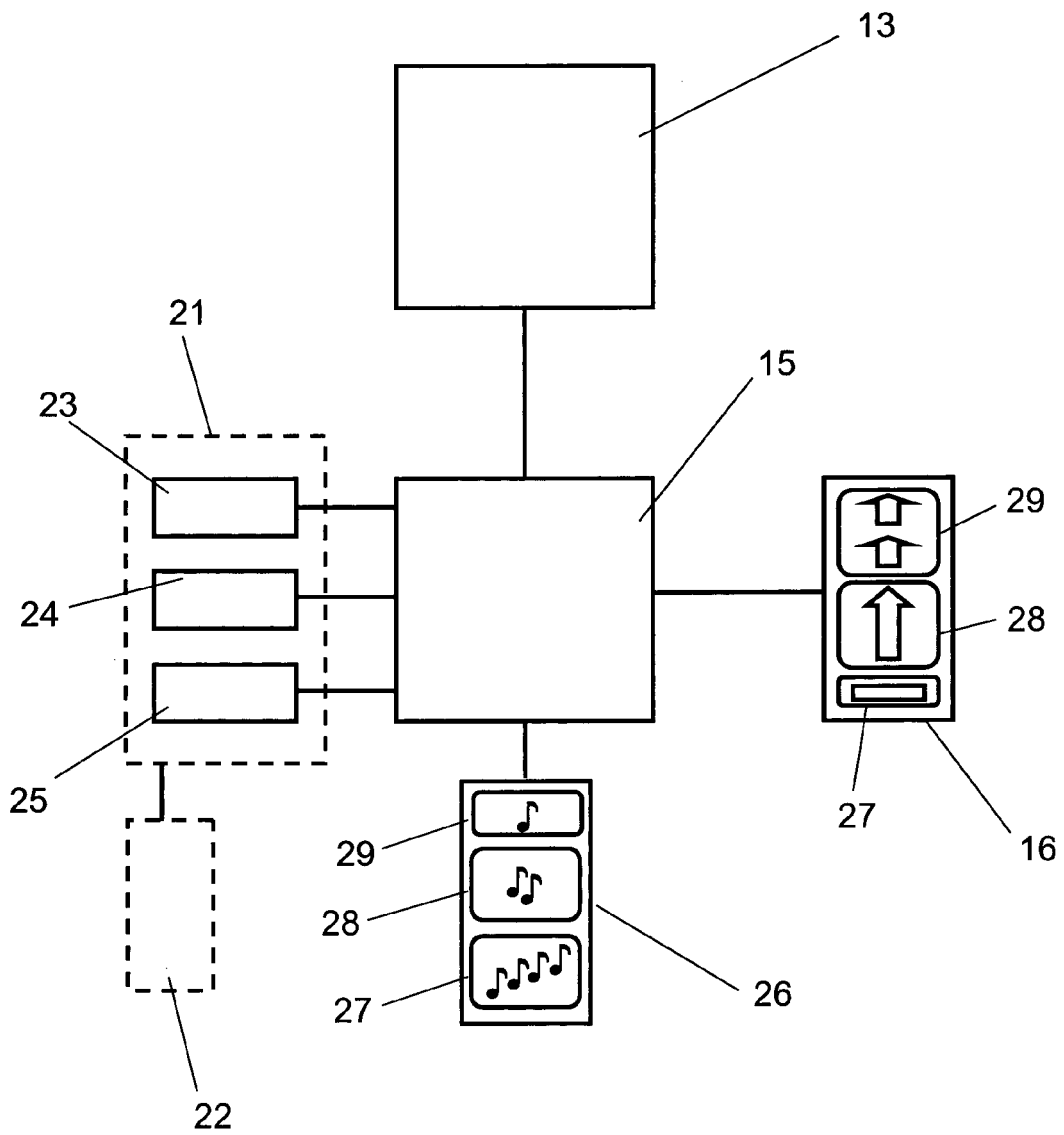


Fig. 7

